

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THAÍS MOURA CAMPOS

**ECOLOGIA ALIMENTAR DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis* (CETACEA,
DELPHINIDAE), NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL**

CURITIBA
2012

THAÍS MOURA CAMPOS

**ECOLOGIA ALIMENTAR DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis* (CETACEA,
DELPHINIDAE), NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ecologia
e Conservação, Curso de Pós-graduação em
Ecologia e Conservação, Setor de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Rocha
Aranha.

CURITIBA
2012



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO



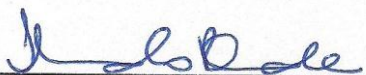
PARECER


Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Thaís Moura Campos** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão da candidata.

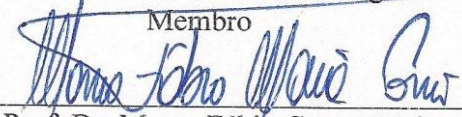
Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 24 de fevereiro de 2012.

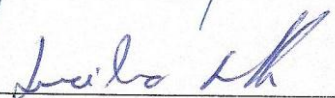
BANCA EXAMINADORA:

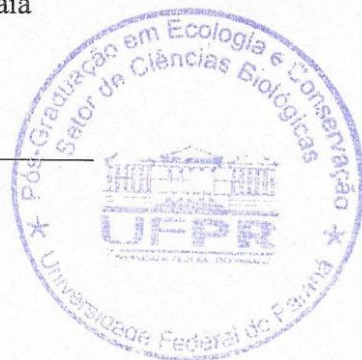

Prof. Dr. José Marcelo Rocha Aranha
Orientador e Presidente


Prof. Dr. Fábio Daura Jorge
Membro


Prof. Dr. Marco Fábio Correa Maia
Membro

Visto:


Prof. Dra. Lucélia Donatti
Coordenadora do PPG-ECO



"Em relação a todos os atos de iniciativa e de criação, existe uma verdade fundamental cujo desconhecimento mata inúmeras idéias e planos esplêndidos: a de que no momento em que nos comprometemos definitivamente, a providência move-se também. Toda uma corrente de acontecimentos brota da decisão, fazendo surgir a nosso favor toda sorte de incidentes e encontros e assistência material que nenhum homem sonharia que viesse em sua direção.

O que quer que você possa fazer ou sonhe que possa, faça. Coragem contém genialidade, poder e magia. Comece agora."

Goethe

"Seja a mudança que você deseja ver no mundo"

Mahatma Gandhi

Agradecimento

Ao meu orientador Marcelo Aranha, pela imensa ajuda que me disponibilizou desde que sonhei entrar no Mestrado em Ecologia e Conservação. Este trabalho não seria possível sem o seu apoio.

Ao Emygdio Monteiro-Filho, por todo apoio na realização deste trabalho e do meu Mestrado.

Aos meus pais, que possibilitaram minha mudança para Curitiba, para que eu pudesse concretizar o sonho de realizar este Mestrado. Pelo apoio incondicional, por acreditarem em mim, por sempre me proporcionarem as oportunidades de cada etapa da minha vida, e, principalmente, pelo amor e pela união.

Ao meu noivo Davi, minha vida, por não ter permitido que a distância que o Mestrado nos trouxe fosse um obstáculo ao nosso amor. Por ter cumprido a promessa. Por ter transformado os dias de Curitiba em dias de muito amor, de muita saudade, de muitos sonhos, de muita vida. Obrigada por ter estado sempre do meu lado.

À minha querida irmã Marikota, que sentiu mais do que ninguém a minha mudança para Curitiba, por todo esse amor, por todo carinho. Por ter ido me visitar, e por ter proporcionado a grande surpresa da Semana Santa de 2010.

Às minhas queridas colegas de Pós-Graduação Hali, Natacha e Mari, pela amizade e carinho que me proporcionaram, e pela paciência e apoio nas duas semanas mais longas do Mestrado na Estação Ecológica do Caiuá. À querida Fê, que me recebeu na sua casa quando muito precisei. Ao Felipe, pela paciência em me passar algumas informações sempre que estive um pouco perdida por causa da distância. Aos demais colegas, pelas discussões nas aulas de Ecologia Avançada, pelas conversas, risadas e pelos bons momentos.

À Ângela Kuczach, pelo imenso apoio enquanto morei em Curitiba, pela amizade, pelas risadas e pela caminhada por quase toda a cidade num dia de domingo.

À Carol Meirelles, pela oportunidade de trabalhar com esta espécie incrível que é o boto-cinza. À Arielle Bezerra, Juliana Umezaki e Amanda Maria, pela grande ajuda que dispuseram para a coleta de dados deste trabalho. Ao Vitor Luz pela amizade muito além dos corredores. A toda equipe da Aquasis, pelo apoio, e por compartilharem do mesmo amor pelos animais e pelo meio ambiente.

À Kelly Pansard, pelo excelente treinamento em coleta e identificação de otólitos.

Ao Carlos Meirelles, por todo auxílio na identificação dos cefalópodes deste estudo, e na obtenção das equações de regressão das espécies identificadas.

A todos que, apenas por fazerem parte da minha vida, me fazem crescer e ter forças para buscar os meus sonhos. Às minhas grandes amigas Paty, Jamilinha, Camila e Jamille. À minha querida sogra, Andrea, por acreditar em mim. À minha cunhada Nati e ao meu sogro Roberto, pelo imenso carinho.

Agradeço também a todos do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UFPR, principalmente à Valéria e à prof. Lucélia pela paciência. À CAPES, pelo apoio à execução deste trabalho.

Conteúdo

RESUMO	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Ecologia alimentar de cetáceos	11
Seleção de dieta	12
1.1.1 Ecologia alimentar do boto-cinza	14
1.2 O uso da teoria de redes	15
2 OBJETIVOS	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 Área de estudo	19
3.2 Coleta de dados	20
3.3 Identificação dos itens alimentares	21
3.4 Análises de dados	23
3.4.1 Análise de redes	23
3.4.2 Variação da dieta	25

4 RESULTADOS

4.1 Perfil da amostra	28
4.2 Composição da dieta	32
4.3 Variação da dieta	39
4.4 Análise de redes - sobreposição de nicho alimentar	48

5 DISCUSSÃO	55
--------------------------	-----------

6 CONCLUSÕES	63
---------------------------	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
---	-----------

ANEXOS	74
---------------------	-----------

RESUMO

Este trabalho visa entender sobre a ecologia alimentar do boto-cinza no Estado do Ceará, procurando identificar as presas que compõe sua dieta, caracterizar o hábito alimentar da espécie, e verificar se existem estratégias de partição de nicho entre os sexos e as classes etárias que possam minimizar a competição entre os indivíduos por mesmo recurso. Para o estudo, foram coletados os estômagos de botos-cinza encontrados mortos no litoral do Ceará entre 2007 e 2011. O conteúdo estomacal foi lavado para a coleta de otólitos e bicos de cefalópodes, utilizados na identificação das presas. O estudo revelou que a dieta do boto-cinza no Ceará é composta por pelo menos três espécies de cefalópodes e 32 espécies de teleósteos, com predominância de quatro presas que juntas compõem 77,35% da dieta – *Haemulon plumieri*, *Pomadasys corvinaeformis*, *Loligo plei* e *Lutjanus synagris*. Com base no hábito destas presas, pressupôs-se que o boto-cinza se alimenta predominantemente próximo ao fundo marinho. Os resultados de variação da dieta revelaram que existe certa partição de nicho entre machos e fêmeas em relação às presas preferenciais e ao tamanho das presas, e que adultos e juvenis compartilham os mesmos recursos, mas com diferenças no comprimento de algumas presas. Observou-se também uma alta variação interindividual na composição da dieta dos animais. A dieta do boto-cinza no Ceará variou de forma expressiva nas diferentes épocas do ano, indicando que os botos possuem um hábito alimentar oportunista, apesar de o índice de Levins ter indicado uma tendência especialista. No entanto, estudos sobre disponibilidade e abundância das presas precisam ser realizados.

Palavras-chave: ecologia alimentar, boto-cinza, *Sotalia guianensis*, dieta.

1 Introdução

Em comunidades biológicas, cada espécie ou população possui seu próprio nicho que fornece as condições e os recursos necessários para sua sobrevivência. O nicho ecológico de uma espécie é fundamentado frequentemente em três dimensões: habitat (i.e. influência de fatores ambientais sobre a distribuição espacial), dieta (nível trófico e interação com espécies de presas) e tempo (i.e. uso de recursos e espaço de acordo com algum período de tempo) (Praca & Gannier, 2008).

Um recurso compartilhado e limitado pode ocasionar competição intraespecífica e interespecífica. A competição pode ter dois tipos principais de consequências: interferência direta entre indivíduos, podendo inclusive ocorrer ataques agressivos, como aqueles observados em *Tursiops truncatus* sobre *Phocoena phocoena* devido à parcial sobreposição de nicho entre as espécies (Spitz et al., 2006); e interferência indireta, através da qual os indivíduos respondem ao nível do recurso que foi depredado por seus competidores. O nicho ocupado por uma espécie na ausência de competição é conhecido como nicho fundamental, e na presença de seus competidores, as espécies são limitadas ao nicho realizado (Begon et al., 1986). Logo, a coexistência de potenciais competidores (sejam eles da mesma espécie ou de espécies diferentes) diante de um recurso compartilhado e limitado é possível pela diferenciação dos nichos realizados (Pianka, 1974). O principal mecanismo responsável por

essa diferenciação é a partição de recursos, quando indivíduos que vivem num mesmo habitat exploram os recursos de maneira diferente, sejam essas diferenças relativas ao tamanho das presas, ao seu habitat ou através de variação temporal na exploração (Gross et al., 2009).

Os estudos sobre ecologia alimentar de espécies topo de cadeia fornecem não somente informações sobre a mesma, como também contribuem com o conhecimento sobre seu papel no ecossistema, a biologia das presas e do seu habitat (Pauly et al., 1998). As linhas de pesquisa da ecologia alimentar incluem estudos sobre a descrição e variação da dieta, identificação de presas preferenciais, variações da dieta, distribuição e disponibilidade de presas, interações presa-predador, e relações tróficas.

O conhecimento sobre o hábito alimentar de uma espécie não é suficiente para entender os seus padrões ecológicos, mas é a informação básica para traçar o grau de influência das presas sobre os mesmos. Os padrões espaço-temporais das presas de um consumidor podem influenciar os padrões ecológicos do predador, e por isso é importante considerar que um comportamento pode ser uma resposta ao padrão de distribuição e abundância do recurso alimentar (Krebs, 2009). Espécies com grandes áreas de distribuição e espécies que habitam região com sazonalidade marcante podem mostrar variações interpopulacionais na composição da dieta como consequência da diferença da disponibilidade das presas entre as populações (Santos et al., 2008).

Estudos sobre o hábito alimentar de uma espécie podem ser realizados por diferentes abordagens, como observações comportamentais com registro visual de captura da presa, análise da composição dos ácidos graxos da gordura, de fezes e regurgito de animais vivos, de conteúdo estomacal de animais mortos, molecular das presas, e de isótopos estáveis, que contribuem com diferentes níveis de detalhe e precisão (Barros & Clarke, 2002).

O método mais empregado para cetáceos, devido ao baixo custo, é a análise de conteúdo estomacal de animais mortos, que utiliza a identificação de partes duras das presas.

No caso de cetáceos, utilizam-se principalmente otólitos de peixes teleósteos, bicos de cefalópodes e cefalotórax de camarão. Dessa forma, gera-se um cenário de alimentação pré-morte, com algumas limitações relacionadas à influência do processo digestivo sobre as partes duras, que pode danificá-las a ponto de inviabilizar a identificação e estimativa de tamanho das presas (Sekiguchi & Best, 1997). Além disso, existe uma limitação relacionada à causa *mortis* do animal, pois animais doentes podem não estar se alimentando direito.

Apesar das limitações dos estudos de dieta através da análise de conteúdo estomacal, muito do que se sabe atualmente sobre ecologia alimentar de cetáceos foi obtido a partir de dados de animais mortos (Ballance, 2002).

1.1 Ecologia alimentar de cetáceos

Os ancestrais de mamíferos marinhos habitaram a água possivelmente como forma de escapar da competição por recursos no continente, evitar a predação, ter vantagens sobre a abundância dos recursos no mar, ou ainda a combinação desses fatores (Barros & Clarke, 2002). Dessa forma, o estudo da ecologia alimentar desses animais, incluindo os cetáceos, é bastante importante para entender o processo ecológico e evolutivo das espécies e alguns padrões observados.

Os cetáceos são animais carnívoros e se alimentam em diferentes níveis da teia alimentar marinha, de quatro categorias de presas: (1) pequenos indivíduos que se agregam em profundidades de até algumas centenas de metros e ocupam níveis tróficos baixos, como crustáceos planctônicos e pequenos peixes, que são alimento de cetáceos misticetos; (2) organismos maiores que se agregam em profundidades de até algumas centenas de metros, como muitos peixes pelágicos que ocupam níveis tróficos altos e são consumidos individualmente por cetáceos de pequeno porte; (3) grandes e solitários cefalópodes,

encontrados em grandes profundidades e consumidos individualmente; (4) espécies que atuam como predadores em cadeias alimentar marinhas, como peixes predadores, aves marinhas, pinípedes e outros cetáceos, consumidos por poucas espécies de cetáceos (Ballance, 2002). Por terem poucos predadores, cetáceos são considerados predadores de topo nos ecossistemas marinhos (Kenney et al., 1995).

A partição de nicho trófico entre cetáceos é bastante clara em grande escala. Existem espécies que se alimentam predominantemente de peixes, e outras de cefalópodes. Para 28 espécies de odontocetos, os cefalópodes representam o principal item alimentar (Clarke, 1996). Existem ainda espécies que se alimentam em águas costeiras, e outras em grandes profundidades, algumas espécies que se alimentam de dia, e outras de noite (Ballance, 2002).

Em escalas menores, existem muitos exemplos de partição de nicho entre espécies de cetáceos. Estudos sobre a presença de cefalópodes na dieta de cetáceos mostram que existe uma correlação entre o tamanho do indivíduo e o tamanho das presas, levando a certa partição de recursos (Clarke, 1996). Estudos da dieta de *Tursiops truncatus* e *Phocoena phocoena* mostraram que existe certa partição no uso de recursos entre as espécies: a primeira espécie mostrou preferência por peixes demersais grandes, enquanto a segunda por pequenos peixes formadores de cardume que vivem próximo ao fundo marinho (Spitz et al., 2006). Baleias minke e jubarte utilizam uma mesma área na Antártica para alimentarem-se, contudo a composição predominante nas suas dietas mostrou que existe uma partição vertical no uso do recurso (Friedlaender et al., 2009). Duas formas da baleia orca *Orcinus orca* ocupam mesmas áreas, mas divergem substancialmente em suas presas preferenciais. Enquanto orcas residentes alimentam-se de salmão, as orcas transientes predam mamíferos e aves marinhas (Ford et al., 1998). A dieta das espécies *Sousa chinensis* e *Neophocaena phocaenoides* diverge principalmente quanto ao hábito da presa; *S. chinensis* preda espécies estuarinas,

enquanto *N. phocaenoides* demonstra preferência por outras espécies costeiras não-estuarinas (Barros et al., 2002).

Cetáceos da Família Delphinidae são bastante similares morfologicamente, e a coexistência das espécies é permitida, em alguns casos, por mecanismos que possibilitam uma partição do habitat e de recursos (Gross et al., 2009). Estudo com quatro espécies de golfinho em Bahamas mostrou que não existe sobreposição de nicho entre elas, por capturarem suas presas em diferentes profundidades (MacLeod, 2004).

No entanto, estudos que possam esclarecer os mecanismos que explicam as diferenças na utilização dos recursos por espécies de cetáceos com distribuição simpátrica são escassos. Alguns possíveis mecanismos, já identificados para outros grupos, devem ser explorados, como competição com interferência direta e indireta, fatores morfológicos ou fisiológicos e estrutura do habitat (Ballance, 2002).

De maneira geral, o estudo da dieta de cetáceos pode ajudar a entender alguns padrões ecológicos observados nestes animais, como distribuição e deslocamento, preferências por habitats, variações sazonais de comportamento, entre outros, que são muitas vezes associados à distribuição e disponibilidade de suas presas (Forcada, 2002). Algumas espécies tendem a se agregar em áreas com grande concentração de alimento, como baleias jubarte *Megaptera novaeangliae*, e onde o recurso alimentar é escasso, a distribuição dos indivíduos é proporcional à disponibilidade do alimento, ou seja, a distribuição das baleias é mais ampla e a densidade menor (Heitaus & Dill, 2002). Na Noruega, a ocorrência sazonal das orcas *Orcinus orca* está relacionada com a distribuição dos cardumes de arenques (Similã et al., 1996).

Alguns estudos têm mostrado que mudanças temporais na composição da dieta de cetáceos podem refletir mudanças na disponibilidade das presas no ambiente, e indicar uma possível superexploração de espécies de presas com maior importância no passado (e.g.,

Mehsen et al., 2005). O estudo sobre alimentação de cetáceos é também muito importante para a discussão de questões relacionadas ao ordenamento da pesca, uma vez que muitas espécies de presas de cetáceos são também importantes alvos da pesca comercial (Kenney et al., 1995).

Seleção de dieta

Os cetáceos podem selecionar alguns tipos de presas, independente de sua abundância no ambiente, o que os torna especialistas, ou podem se alimentar da presa mais abundante, mudando de presas conforme elas mudam sua abundância no ambiente, o que os faz generalistas (MacLeod et al., 2006). Muitos estudos têm ainda considerado espécies de cetáceos como oportunistas (Young & Cockcroft, 1994; Mehsen et al., 2005).

Segundo Gerking (1999), *generalistas* são organismos sem preferência acentuada por uma fonte alimentar, utilizando um amplo espectro de recursos alimentares, *especialistas* possuem uma dieta restrita a um número relativamente pequeno de itens e usualmente apresentam adaptações morfológicas tróficas ou comportamentais, e *oportunistas* se alimentam de fonte não usual de sua dieta e/ou fazem uso de uma fonte alimentar abundante e incomum.

1.1.1 Ecologia alimentar do boto-cinza *Sotalia guianensis*

O boto-cinza *Sotalia guianensis* (**Figura 1**) é um golfinho costeiro que ocorre desde a Baía Norte, em Santa Catarina (Simões-Lopes, 1988), até a Nicarágua (Carr & Bonde, 2000). A espécie está entre os cetáceos mais frequentes da costa brasileira, com uma distribuição aparentemente contínua (Borobia et al., 1991). Muitos trabalhos realizados sobre a ecologia alimentar do boto-cinza indicam uma ampla variedade de presas, principalmente peixes,

cefalópodes e crustáceos comuns na região costeira (Borobia & Barros 1989; Zanelatto 2001; Oliveira 2003; Daura-Jorge 2007; Cremer 2007). Alguns estudos sugerem um hábito generalista oportunista para a espécie (Borobia & Barros, 1989; Zanelatto, 2001), enquanto outros têm encontrado uma tendência especialista (Pansard, 2009; Daura-Jorge, 2007; Cremer, 2007; Oliveira, 2003). Contudo, poucas informações são disponíveis sobre a ecologia alimentar dessa espécie na maioria das áreas de sua distribuição.



Figura 1. Boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Foto: Ana Carolina Meirelles/Aquasis).

1.2 O uso da teoria de redes para estudar ecologia alimentar de populações

A teoria de redes é uma subdivisão da teoria de grafos, que os trata como representações de relações simétricas ou assimétricas entre elementos (Hisi, 2011). Sua aplicação é vasta, podendo ser utilizada tanto na física como na sociologia. Em particular, na teoria de redes são realizadas análises das conexões estabelecidas entre os seus componentes,

e o principal atributo do componente diz respeito à sua conectividade e à natureza de suas conexões.

Todas as redes são constituídas por nós e arestas, onde os nós representam os elementos da rede, e as arestas representam as conexões que os associam (**Figura 2**).

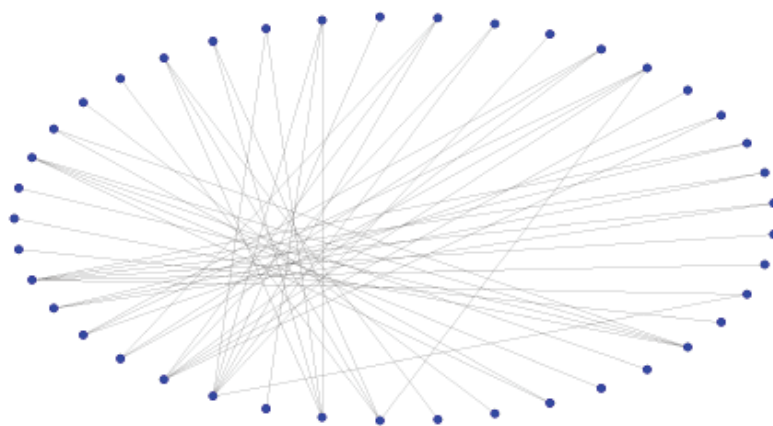


Figura 2. Rede hipotética, composta por nós (círculos azuis) e arestas (linhas pretas).

As redes podem ser basicamente de dois tipos: **ao acaso** e **hierárquicas** (Barabási, 2002). A distribuição das conexões entre os nós de redes ao acaso é aleatória, de forma que há um grande número de nós com um número médio de conexões e pequeno número de nós com poucas ou muitas conexões, ou seja, a distribuição é normal. No caso das redes hierárquicas a distribuição não é normal. A hierarquia neste caso significa que há um pequeno número de nós com muitas conexões e que a maioria tem poucas conexões (Buckeridge, 2007).

A maioria das redes reais se apresenta na forma de redes hierárquicas, como a Internet, as conexões entre empresas, pessoas na sociedade, organismos vivos e inclusive o metabolismo destes. Este tipo de rede tem algumas características importantes, como a de ser mais vulnerável ao ataque.

Araújo et al. (2008) definiram um modelo conceitual conectando a teoria de redes e os padrões de uso do recurso no nível populacional – rede de sobreposição de nicho individual. Considerando que uma rede é uma representação de associações entre elementos de um sistema, para descrever a variação de uso do recurso dentro de uma mesma população, os autores representaram os indivíduos como nós, e cada combinação par-a-par de indivíduos é conectada por uma aresta se eles compartilham mesmos recursos.

Dessa forma, as redes de sobreposição de nicho fornecem informações sobre o compartilhamento de recursos de cada par de indivíduos, além de indicarem o grau de sobreposição (quando são ponderadas). É possível ainda calcular o grau de variação da dieta da população (E) e o grau de agrupamento da rede (Cws), que indica se a população divide-se em subgrupos com alta sobreposição de nicho ou se cada indivíduo da população possui uma dieta com combinação única de recursos.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é caracterizar o hábito alimentar do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, no Estado do Ceará.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os itens alimentares do boto-cinza no Estado do Ceará;
- Investigar se há sobreposição de nicho entre os indivíduos de boto-cinza e quais os fatores que influenciam esta sobreposição – sexo e classe etária;
- Avaliar se existe algum grau de especialização na dieta do boto-cinza.

3 Material e métodos

3.1 Área de estudo

A zona costeira do Estado do Ceará estende-se por 573 km de linha de costa (**Figura 3**), abrangendo uma área de 20.120 km². Possui diversas paisagens e feições características, como praias arenosas, campos de dunas, estuários com manguezais, rios, lagoas costeiras, falésias e tabuleiros litorâneos (Campos et al., 2003).

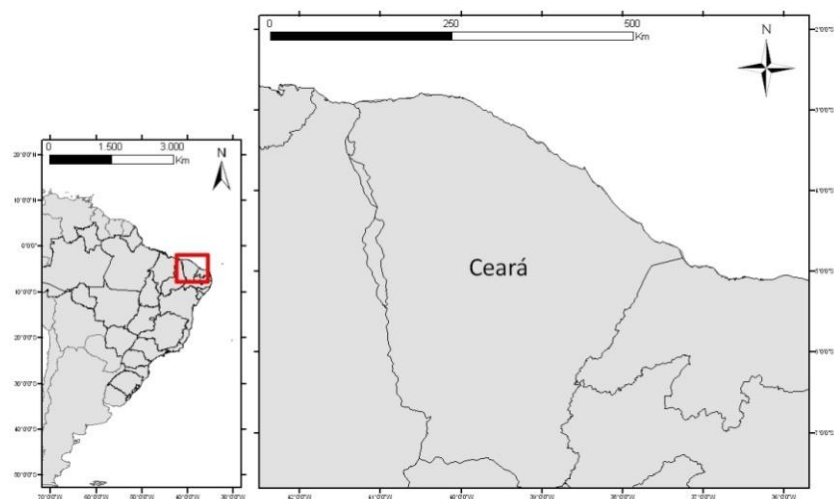


Figura 3. Localização do Estado do Ceará no Nordeste do Brasil.

A área de estudo apresenta variações climáticas sazonais, caracterizadas por regime de chuva e ventos alísios de leste que determinam dois períodos marcantes ao longo do ano. O primeiro semestre apresenta 90% da precipitação anual, e é considerado o período de chuva – meses de janeiro a junho. O resto do ano é considerado o período de seca, com chuvas incipientes, insolação intensa, e fortes ventos alísios (Campos et al., 2003). Observam-se temperaturas relativamente estáveis e de reduzidas amplitudes, com os valores mínimos logo após a quadra chuvosa, nos meses do inverno austral (junho a agosto), não atingindo temperaturas mínimas inferiores a 20°C (Campos op.cit).

A Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis trabalha na região desde 1992, monitorando os encalhes de mamíferos marinhos e, em especial, uma população de boto-cinza residente de Fortaleza, na capital do Estado do Ceará. Devido à grande extensão do litoral cearense, ainda não foi possível realizar estudos que determinem se existe uma ou mais populações de boto-cinza no Estado, mas sabe-se que a espécie ocorre ao longo de toda a costa, preferencialmente em regiões onde as praias são abrigadas.

3.2 Coleta de dados

Os indivíduos de boto-cinza utilizados neste estudo foram resgatados mortos no litoral do Estado do Ceará (**Figura 4**), entre os anos de 2007 e 2011. O sexo dos animais foi identificado quando possível (não é possível identificar o sexo de animais em avançado estado de decomposição), a partir da análise das fendas genital e anal, ou pela presença de protrusão do órgão genital masculino. O comprimento total dos animais foi medido com o auxílio de uma trena, e a classe etária foi determinada de acordo com a metodologia utilizada por Meirelles et al. (2010): indivíduos menores que 1,30m foram considerados filhotes, machos maiores que 1,70m e fêmeas maiores que 1,64m foram considerados adultos, e animais entre

estes comprimentos foram considerados juvenis. As carcaças de boto-cinza foram recuperadas como resultado do trabalho de informação ambiental e monitoramento de praias realizado pela Aquasis no litoral cearense, desde 1994.



Figura 4. Boto-cinza (#02C1411/442) encalhado morto na praia da Tabuba, Ceará (Foto: Acervo Aquasis).

Para o trabalho de ecologia alimentar da espécie, os estômagos foram coletados inteiros e congelados, para posterior triagem do material e identificação dos itens alimentares. Em cada estômago coletado, foi realizada uma incisão lateral, e o conteúdo foi lavado em um jogo de duas peneiras com malha 4 e 2 mm. Bicos de cefalópodes e otólitos *sagitta* de peixes teleósteos foram coletados para posterior identificação. Os bicos foram armazenados em álcool glicerinado, e os otólitos foram lavados com sabão neutro e conservados a seco. As presas semi-digeridas no interior do estômago foram fotografadas.

3.3 Identificação dos itens alimentares

Os itens-presa foram identificados ao nível taxonômico mais preciso possível. Os peixes teleósteos foram identificados a partir da recuperação dos otólitos *sagitta* encontrados dentro dos estômagos ou retirados de peixes semi digeridos. Os otólitos foram identificados a partir das seguintes estruturas morfológicas: forma, margem, sulco acústico, cauda, óstio e excisura ostial (**Figura 5**). Os cefalópodes foram identificados a partir dos bicos encontrados (**Figura 6**).

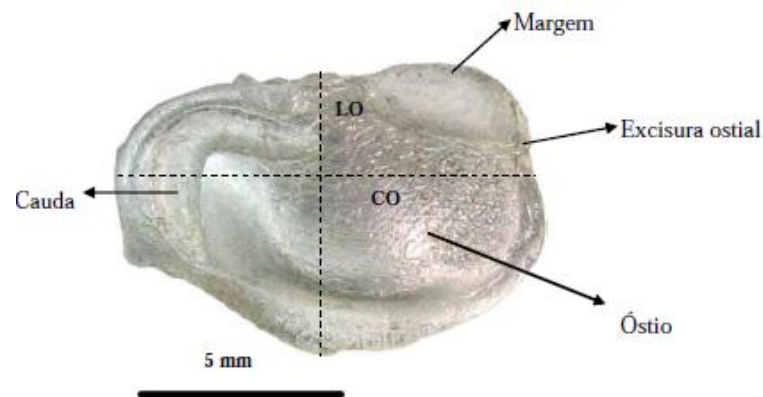


Figura 5. Otólito de *Larimus breviceps*, indicando as estruturas utilizadas na identificação (Fonte: Pansard, 2009).

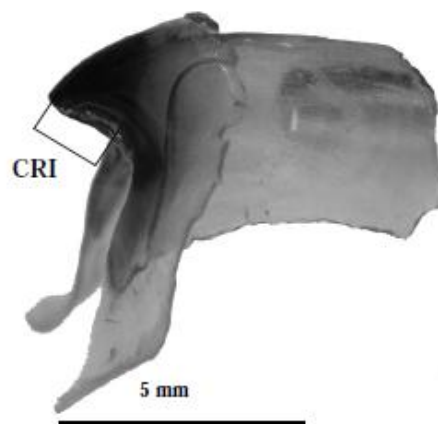


Figura 6. Bico inferior de *Sepioteuthis sepioidea* (Fonte: Pansard, 2009).

Para a identificação das presas por meio dos otólitos e dos bicos de cefalópodes, foram utilizados guias de identificação publicados: Pansard, 2009; Clarke, 1986; Vaske-Júnior, 2006; Vaske-Júnior, 2011; Tuset et al., 2008; Corrêa & Vianna, 1992; Abilhôa & Corrêa, 1992.

O número de presas consumidas por cada indivíduo foi estimado considerando a contagem de um dos lados do par de otólitos (esquerdo ou direito) e/ou dos bicos de cefalópodes (superior ou inferior). A escolha do lado considerou o que se apresentava em maior quantidade na amostra. Otólitos mal conservados e/ou fragmentados foram desconsiderados para evitar potenciais erros de identificação e subestimativas de tamanho das presas.

3.4 Análises de dados

3.4.1 Análise de redes

A abordagem utilizada foi desenvolvida por Araújo et. al (2008) (**anexo I**), chamada de “individual niche overlap network”, na qual os vértices da rede representam os indivíduos analisados, e as arestas conectando os vértices representam o compartilhamento de presas (ou sobreposição de nichos) entre o par de indivíduos. Em uma rede de sobreposição de nicho, para uma determinada variação da dieta (*E*), os vértices podem ser conectados aleatoriamente, ou serem organizados em subgrupos (**Figura 7**). Esse agrupamento ocorre quando os indivíduos estão organizados em grupos discretos que compartilham os mesmos recursos e sobrepõe-se pouco a outros subgrupos.

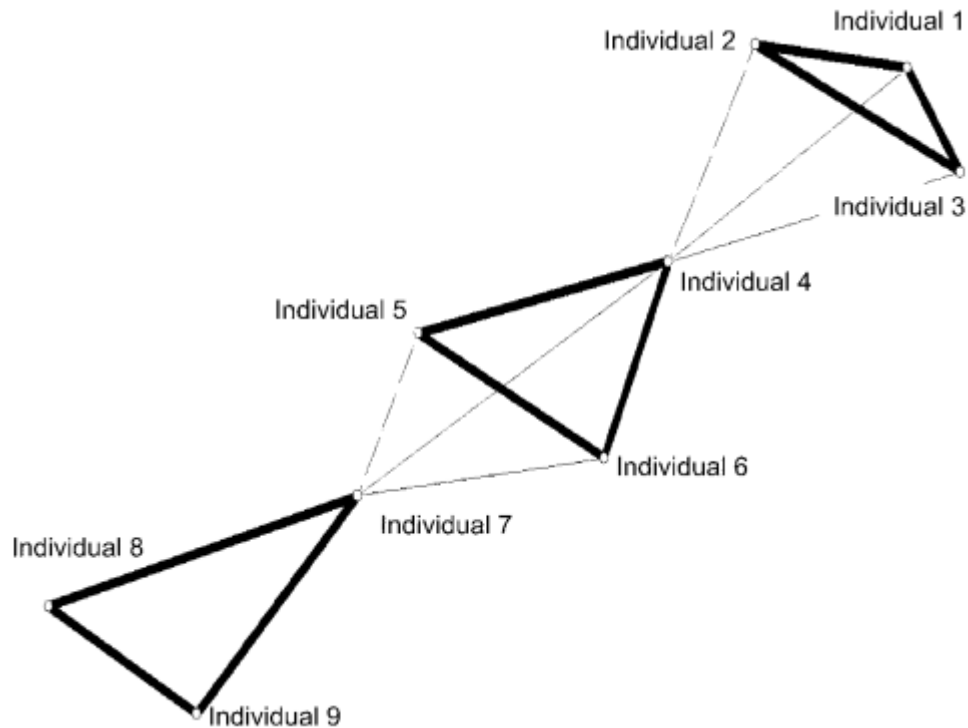


Figura 7. Rede hipotética de sobreposição de nicho de nove indivíduos, com a formação de subgrupos que compartilham mesmos recursos (Fonte: Araújo et. al, 2008).

É possível calcular o grau de agrupamento de uma rede, através do coeficiente de agrupamento, que compara a densidade de conexões da rede com a densidade de conexões de um vértice da rede. Para medir o grau de agrupamento de uma rede de sobreposição de nicho, Araújo et. al (2008) propuseram o coeficiente global de agrupamento ponderado C_{ws} . Em uma rede aleatória, C_{ws} tende a zero, enquanto será positivo e tenderá a +1 se a população for organizada em subgrupos (**Figura 7**; a densidade de conexões dos vértices é maior do que a densidade total da rede). Por outro lado, se os indivíduos forem dispersos na utilização dos recursos, será negativo e tenderá a -1, indicando que cada indivíduo da população utiliza uma combinação única de recursos.

Para construir a rede para o boto-cinza no Ceará, foi registrado o número de indivíduos de cada espécie de presa encontrada no estômago dos indivíduos analisados

(**anexo II**). Posteriormente, foram calculadas as proporções das espécies de presa em cada estômago estudado, e o mesmo foi feito agrupando as presas por Família. Os dados obtidos foram então inseridos no Programa DIETA (Guimarães et al., 2006), que calcula os índices E e Cws e gera duas diferentes matrizes: *.mat, que contém os valores dos graus de sobreposição entre cada par de indivíduos multiplicado por um valor de peso utilizado para gerar a matriz; e B*.mat, que representa uma matriz binária de conexões fortes, onde às conexões fracas é atribuído o valor 0 e às conexões fortes o valor 1. As matrizes são lidas no Programa PAJEK (Batagelj & Marvar, 2011), que por sua vez desenha as redes geradas.

3.4.2 Variação da dieta do boto-cinza no Ceará

Para entender quais as presas que mais contribuem para a alimentação dos botos, foi calculado o Índice Alimentar (IA_i , Kawakami & Vazzoler, 1980), adaptado para ponderar a frequência numérica de cada item com a frequência de sua ocorrência. Os valores de IA_i foram comparados entre sexos, classes etárias e diferentes épocas do ano, a fim de verificar se alguma dessas variáveis contribui para uma variação da dieta do boto-cinza. Para as principais presas da dieta do boto-cinza no Ceará, o índice alimentar também foi calculado a partir de uma adaptação já utilizada em outros estudos (e.g., Bennemann et al., 2006), que considera a frequência de ocorrência das presas e o peso.

Ainda para compreender a importância das espécies de presa na alimentação do boto-cinza, foi construído um diagrama de Costello (**Figura 8**, Costello, 1990), um método gráfico que considera a frequência de ocorrência das presas e a abundância percentual de cada uma delas, sendo possível discriminar se a presa é rara ou dominante (Bennemann et al., 2006). Os itens do canto superior direito seriam itens dominantes e no inferior esquerdo raros. Na dieta generalista predominam itens na parte inferior do gráfico enquanto na parte superior dieta especialista.

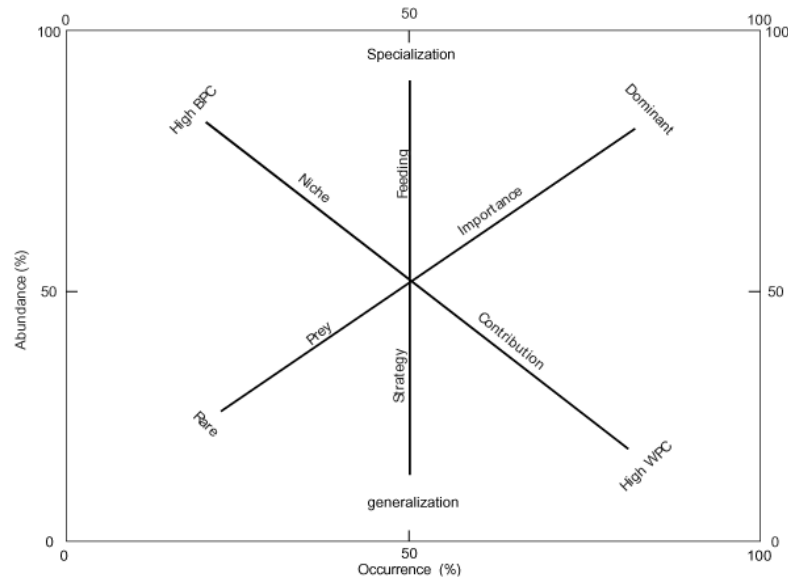


Figura 8. Diagrama de Costello (1990) adaptado por Amundsen et al. (1996), que discrimina a estratégia alimentar de uma espécie com base na distribuição das presas no gráfico (Fonte: Amundsen et al., 1996).

Depois de identificadas, as partes duras das presas foram medidas e as medições inseridas em equações de regressão disponíveis na literatura para algumas espécies identificadas (Bastos, 1990, Pansard, *comunicação pessoal*), permitindo a reconstrução do peso da presa.

A variação da dieta também foi analisada através do diagrama de Costello para os diferentes sexos, classes etárias e época do ano (chuva ou seca), e para as duas primeiras variáveis também através do comprimento médio das partes duras das presas, que por sua vez refletem o comprimento médio das espécies consumidas. A comparação entre os comprimentos foi realizada através do teste *t de Student*, apenas para as presas comuns entre as categorias comparadas, com mais de uma parte dura encontrada.

Para avaliar o grau de especialização da dieta do boto-cinza, foi calculado o índice de largura de nicho estandardizado de Levins (Krebs, 1998). O índice de largura do nicho trófico é dado por: $B = 1/\sum p^2$, onde p equivale a proporção de indivíduos de um determinado recurso amostrados na dieta. Para estandardizá-lo, foi utilizado $B_s = B-1/n-1$, onde n representa o número de espécies de presas registrado.

4 Resultados

4.1 Perfil da amostra

Foram analisados os estômagos de 29 indivíduos de boto-cinza que encalharam mortos no litoral do Estado do Ceará, entre os anos de 2007 e 2011 (**Tabela 1**). Destes, três eram fêmeas e 18 eram machos. Não foi possível identificar o sexo de oito carcaças devido ao avançado estado de decomposição. Esta grande diferença no número de machos e fêmeas pode estar relacionada à identificação mais fácil do sexo masculino em carcaças em avançado estado de decomposição, uma vez que frequentemente o órgão genital masculino encontra-se em protrusão. Do total dos animais estudados, 22 eram adultos, seis jovens e um filhote. Dezesesseis animais encalharam na época de chuva, enquanto o restante foi encontrado nos meses de seca.

Tabela 1. Indivíduos de boto-cinza que encalharam mortos no litoral do Estado do Ceará, entre os anos de 2007 e 2011, comprimento total, local de encalhe e total de itens presa encontrados no estômago de cada animal.

N. de registro	Sexo	Época	Ano	CT (m)	Praia	Município	Total de itens presa
02C1411/293	Macho	Chuva	2007	1,98	Cumbuco	Caucaia	101
02C1411/298	Macho	Seca	2007	1,73	Praia de Iracema	Fortaleza	21
02C1411/301	Macho	Chuva	2008	1,75	Guajirú	Trairí	122

02C1410/304	IN	Chuva	2008	1,9	Guajirú	Trairí	47
02C1411/310	Macho	Seca	2008	1,88	Praia do Coqueiral	Caucaia	74
02C1411/312	Macho	Seca	2008	1,83	Barra do Cauípe	Caucaia	156
02C1412/323	Fêmea	Seca	2008	1,55	Praia de Iracema	Fortaleza	86
02C1410/328	IN	Chuva	2009	1,55	Praia do Uruaú	Beberibe	28
02C1410/331	IN	Chuva	2009	~1,57	Beberibe	Beberibe	2
02C1410/367	IN	Chuva	2010	1,69	Canoa Quebrada	Aracati	9
02C1412/368	Fêmea	Chuva	2010	1,95	Leste-oeste	Fortaleza	6
02C1411/369	Macho	Chuva	2010	1,77	Barra da Sucatinga	Beberibe	14
02C1410/370	IN	Chuva	2010	1,98	Tabuba	Caucaia	86
02C1411/382	Macho	Chuva	2010	1,8	Morro Branco	Beberibe	24
02C1410/384	IN	Chuva	2010	1,84	Pedra Rasa	Trairí	128
02C1411/385	Macho	Chuva	2010	1,83	Almofala	Itarema	92
02C1411/408	Macho	Seca	2010	1,8	Icarai	Caucaia	112
02C1410/409	IN	Seca	2010	1,43	Praia de Patos	Amontada	57
02C1410/425	IN	Seca	2010	1,85	Lagoa do Mato	Aracati	103
02C1411/426	Macho	Seca	2010	1,74	Pontal do Maceió	Fortim	140
02C1411/435	Macho	Seca	2010	1,87	Barra da Sucatinga	Beberibe	95
02C1411/436	Macho	Seca	2010	1,3	Pecém	SG do Amarante	8
02C1411/439	Macho	Seca	2010	1,76	Rio Ceará	Caucaia	28
02C1411/442	Macho	Seca	2010	1,43	Tabuba	Caucaia	81
02C1412/444	Fêmea	Seca	2010	1,78	Tabuba	Caucaia	40
02C1411/458	Macho	Chuva	2011	1,95	Cumbuco	Caucaia	11
02C1411/459	Macho	Chuva	2011	1,97	Praia das Almas	Paracuru	4
02C1411/479	Macho	Chuva	2011	1,8	Canoa Quebrada	Aracati	36
02C1411/485	Macho	Chuva	2011	1,9	Praia das Almas	Paracuru	13

Dez carcaças apresentaram evidências de interação antrópica, como marcas de faca, rede e corda, e oito tiveram sua causa da morte confirmada decorrente de captura acidental em rede de pesca (**Figura 9**).



Figura 9. Carcaça de boto-cinza (#02C1411/426) com marcas de rede na porção cranial lateral das maxilas e na região ventral e lateral mediana da mandíbula.

Em 51,72% (n=15) dos estômagos analisados, foram encontrados 159 bicos de cefalópodes, com uma média de $10,6 \pm 13,75$ bicos por estômago, variando entre dois e 53. Foram encontrados 1.565 otólitos em 96,55% (n=28) dos estômagos, com uma média de $55,9 \pm 43,84$ otólitos por estômago, variando entre dois e 156 (**Figura 10**). Quase metade dos animais (n=14) apresentou presas semi-digeridas no interior de seus estômagos.

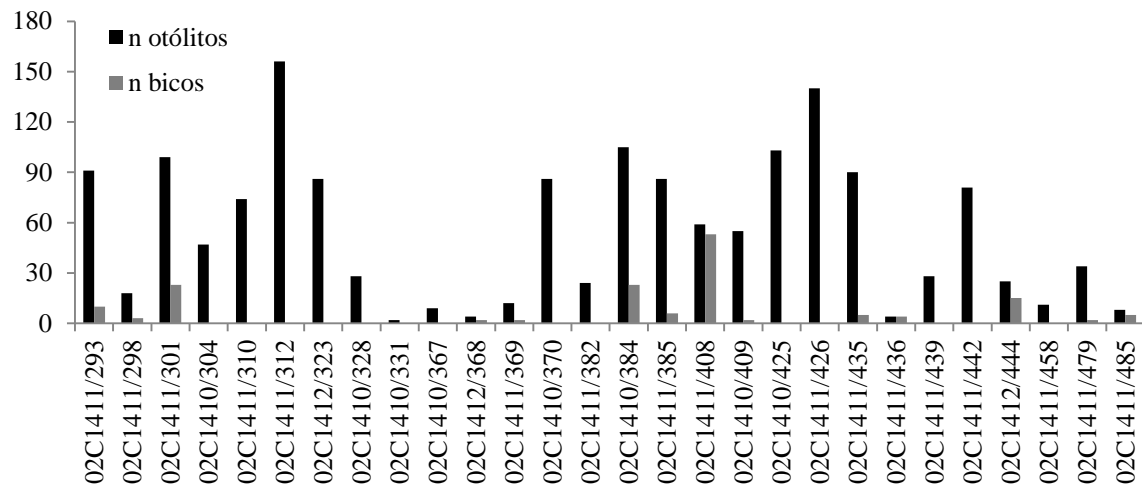


Figura 10. Número de otólitos e bicos de cefalópodes encontrados nos estômagos de cada animal estudado.

O local de encalhe dos animais registrados não foi uniforme ao longo da costa do Ceará, quando verificamos a distribuição do sexo e classe etária (**Figura 11**). Observa-se que existe um agrupamento dos únicos três encalhes de fêmeas, na porção central da costa.

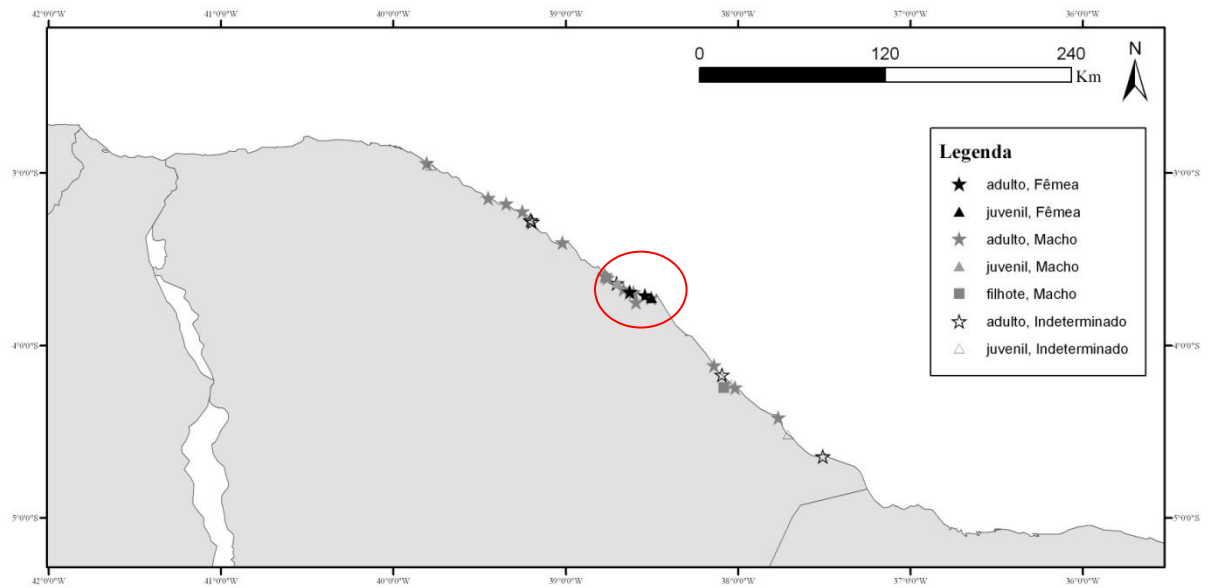


Figura 11. Encalhes das carcaças de boto-cinza utilizadas neste estudo, na costa do Estado do Ceará, de acordo com sexo e classe etária.

4.2 Composição da dieta do boto-cinza no Ceará

Peixes compõem a maior parte da dieta do boto-cinza no Ceará, com uma representação de 90,77% dos itens presas encontrados.

Foram identificadas 498 presas pertencentes a 32 espécies de teleósteos e três de cefalópodes, correspondendo a 17 famílias que compõem a dieta mínima do boto-cinza no Estado do Ceará (**Tabela 2**). São elas: Ariidae, Carangidae, Centropomidae, Elopidae, Epinephelidae, Gerreidae, Haemulidae, Hemiramphidae, Holocentridae, Lolinidae, Lutjanidae, Mugilidae, Octopodidae, Scianidae, Sparidae, Sphyrnidae e Trichiuridae.

Tabela 2. Espécies de presas que compõe a dieta do boto-cinza no Estado do Ceará, sua frequência de ocorrência (%FO) e frequência numérica (%FN).

Espécie	Nome comum	Família	N total	N estômagos	%FO	%FN
<i>Anisotremus virginicus</i>	mercador amarelo	Haemulidae	11	4	13,79	2,17
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Salema	Sparidae	13	4	13,79	2,57
<i>Bagre marinus</i>	bagre bandeira	Ariidae	1	1	3,45	0,20
<i>Caranx hippos</i>		Carangidae	1	1	3,45	0,20
<i>Centropomus parallelus</i>	camurim corcunda	Centropomidae	1	1	3,45	0,20
<i>Centropomus undecimalis</i>	Camurim	Centropomidae	3	3	10,34	0,59
<i>Cephalopholis fulva</i>	Piraúna	Epinephelidae	3	1	3,45	0,59
<i>Conodon nobilis</i>	coró amarelo	Haemulidae	6	4	13,79	1,19
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>		Scianidae	1	1	3,45	0,20
<i>Cynoscion leiarchus</i>	pescada branca	Scianidae	10	3	10,34	1,98
<i>Diapterus auratus</i>	carapeba branca	Gerreidae	8	5	17,24	1,58
<i>Diapterus rhombeus</i>	carapeba branca	Gerreidae	8	4	13,79	1,58
<i>Elops saurus</i>	Ubarana	Elopidae	1	1	3,45	0,20
<i>Eugerres brasiliensis</i>	carapeba listrada	Gerreidae	1	1	3,45	0,20
<i>Haemulon aurolineatum</i>	xira branca	Haemulidae	13	5	17,24	2,57
<i>Haemulon parra</i>	Cambuba	Haemulidae	1	1	3,45	0,20
<i>Haemulon plumieri</i>	Cocoroca	Haemulidae	104	11	37,93	20,55
<i>Haemulon squamipinna</i>	xira listrada	Haemulidae	14	5	17,24	2,77
<i>Haemulon steindachneri</i>	Sapuruna	Haemulidae	22	5	17,24	4,35

<i>Holocentrus adscensionis</i>		Holocentridae	10	5	17,24	1,98
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	agulha verde	Hemiramphidae	2	1	3,45	0,40
<i>Larimus breviceps</i>	boca mole	Scianidae	5	2	6,90	0,99
<i>Loligo plei</i>	Lula	Loliginidae	71	9	31,03	14,03
<i>Loliguncula brevis</i>	Lula	Loliginidae	2	2	6,90	0,40
<i>Lutjanus analis</i>	Cioba	Lutjanidae	7	6	20,69	1,38
<i>Lutjanus jocu</i>	Dentão	Lutjanidae	2	2	6,90	0,40
<i>Lutjanus synagris</i>	Ariacó	Lutjanidae	26	8	27,59	5,14
<i>Menticirrhus americanus</i>	judeu mulato	Scianidae	3	3	10,34	0,59
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	Scianidae	3	3	10,34	0,59
<i>Mugil curema</i>	Tainha	Mugilidae	26	3	10,34	5,14
<i>Octopus insularis</i>	Polvo	Octopodidae	15	6	20,69	2,96
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Guaiúba	Lutjanidae	11	5	17,24	2,17
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	coró branco	Haemulidae	81	13	44,83	16,01
<i>Sphyraena guachancho</i>	Bicuda	Sphyraenidae	6	4	13,79	1,19
<i>Trichiurus lepturus</i>	peixe espada	Trichiuridae	7	4	13,79	1,38

A média da riqueza de presas encontradas nos estômagos analisados foi $4,72 \pm 2,68$, variando de uma a 11 espécies por estômago. As famílias mais frequentes foram Haemulidae (FO=69%, FN=49,8%, IAI: 70,51), Lutjanidae (FO=51,72%, FN=9,1%, IAI: 9,65) e Loliginidae (FO=34,48%, FN=14,43%, IAI: 10,2; **Figura 12**).

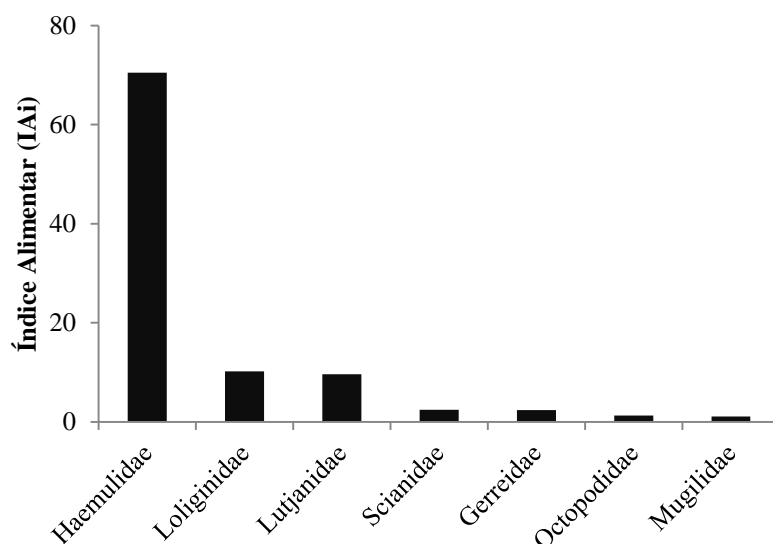


Figura 12. Índice alimentar das Famílias de presas que compõem a dieta do boto-cinza no Ceará (Famílias com IAI menor que 1% não foram incluídas).

Entre os teleósteos, a espécie *Pomadasys corvinaeformis*, conhecida popularmente por coró branco, foi encontrada no maior número de estômagos analisados (n=81 em 13 estômagos; FO=44,83% e FN=16,01%, IAI: 26,76). *Haemulon plumieri*, conhecido como cocoroca, foi a segunda espécie com maior ocorrência, mas foi a primeira em número de presas identificadas (n=104 em 11 estômagos; FN=20,55% e FO=37,93%, IAI: 29,07). Em terceiro lugar está *Lutjanus synagris*, conhecida como ariacó (n=26 em oito estômagos;

FO=27,59% e FN=5,14%, IAI: 5,29). Dos cefalópodes, a espécie mais encontrada foi a lula *Loligo plei* (n=71 em nove estômagos; FN=14,03% e FO=31,03%, IAI: 16,24, **Figura 13**).

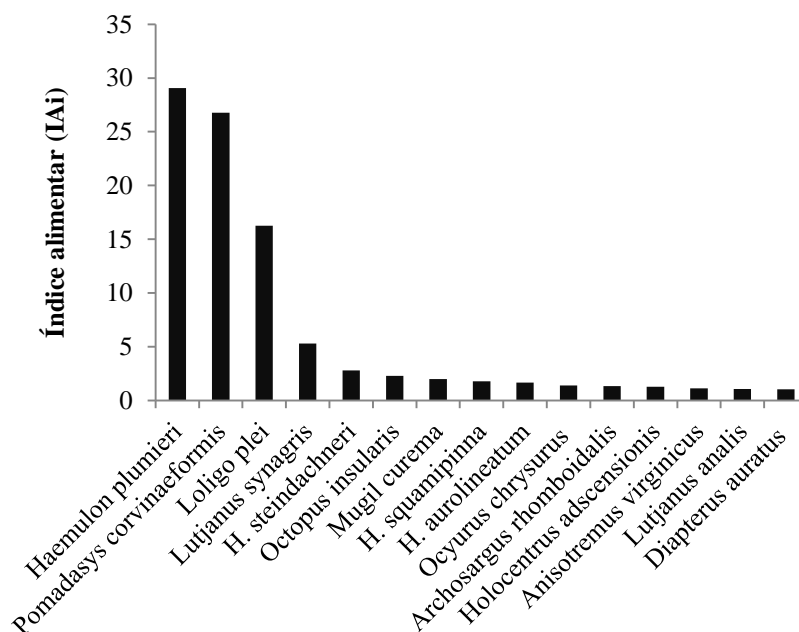


Figura 13. Índice alimentar das espécies de presa que compõe a dieta do boto-cinza no Ceará (espécies com IAI menor que 1% não foram incluídas).

Embora o IAI indique três espécies com maior peso e importância na dieta dos boto-cinza estudados (*Haemulon plumieri*, *Pomadasys corvinaeformis* e *Loligo plei*), o diagrama de Costello produzido a partir da frequência numérica dos itens presas não revelou clara dominância destas presas, e mostrou que muitas espécies são raras (**Figura 14**).

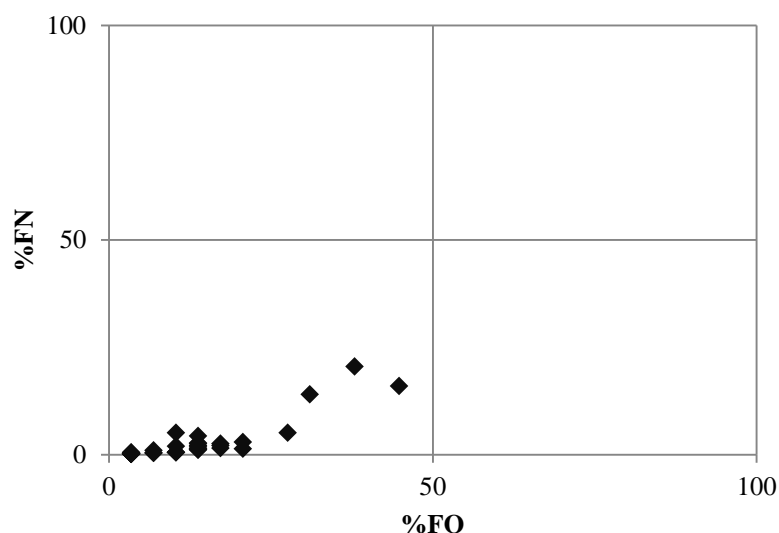


Figura 14. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal de botos-cinza encontrados mortos no litoral do Ceará no período de estudo.

A contribuição de 29 espécies de presas é menor que 2% na dieta do boto-cinza no Ceará (**Tabela 3**), demonstrando uma grande quantidade de espécies raras e ocasionais.

Tabela 3. Valores do índice alimentar (IAi) das espécies de presa que compõem a dieta do boto-cinza no Ceará.

Espécie	IAi
<i>Haemulon plumieri</i>	29,072
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	26,760
<i>Loligo plei</i>	16,239
<i>Lutjanus synagris</i>	5,286
<i>H. steindachneri</i>	2,795
<i>Octopus insularis</i>	2,287
<i>Mugil curema</i>	1,982
<i>H. squamipinna</i>	1,779
<i>H. aurolineatum</i>	1,652
<i>Ocyurus chrysurus</i>	1,398

<i>Archosargus rhomboidalis</i>	1,321
<i>Holocentrus adscensionis</i>	1,271
<i>Anisotremus virginicus</i>	1,118
<i>Lutjanus analis</i>	1,067
<i>Diapterus auratus</i>	1,017
<i>Diapterus rhombeus</i>	0,813
<i>Cynoscion leiarchus</i>	0,762
<i>Trichiurus lepturus</i>	0,712
<i>Conodon nobilis</i>	0,610
<i>Sphyræna guachancho</i>	0,610
<i>Larimus breviceps</i>	0,254
<i>Centropomus undecimalis</i>	0,229
<i>Menticirrhus americanus</i>	0,229
<i>Micropogonias furnieri</i>	0,229
<i>Lolliguncula brevis</i>	0,102
<i>Lutjanus jocu</i>	0,102
<i>Cephalopholis fulva</i>	0,076
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	0,051
<i>Bagre marinus</i>	0,025
<i>Caranx hippos</i>	0,025
<i>Centropomus parallelus</i>	0,025
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	0,025
<i>Elops saurus</i>	0,025
<i>Eugerres brasiliensis</i>	0,025
<i>Haemulon parra</i>	0,025

Foi possível estimar o peso das quatro principais espécies de presa que compõem a dieta do boto-cinza no Ceará (i.e., que contribuem com mais de 3% da dieta), e o índice alimentar dessas presas então recalculado. Como resultado, a ordem de contribuição das presas modificou-se um pouco, sendo que *Loligo plei* foi a segunda espécie com maior contribuição (**Figura 15**).

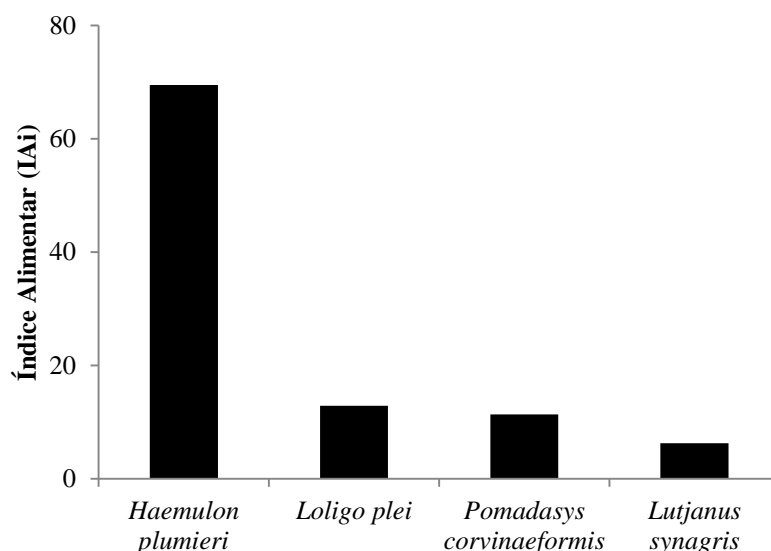


Figura 15. Índice alimentar recalculado a partir dos dados de peso, das quatro principais espécies de presa que compõe a dieta do boto-cinza no Ceará.

4.3 Variação da dieta do boto-cinza no Ceará

O índice de Levins para largura de nicho foi de 0,017, um valor muito próximo ao mínimo (zero), indicando que o boto-cinza no Ceará possui uma grande desigualdade na utilização de suas presas. Esse resultado, associado à predominância de três espécies de presa na composição da dieta, sugere que o hábito alimentar possui uma tendência especialista. No entanto, foi observado que existe uma grande diferença na dominância de presas na época de chuva e na seca.

Observa-se que na época de seca, a dieta foi composta por 26 espécies de presas, com a dominância de uma – *Pomadasys corvinaeformis* (IAi: 48,44, **Figuras 16 e 17**). Na época de chuva, foram registradas 32 espécies, e houve dominância de duas presas – *Haemulon plumieri* (IAi: 42,24) e *Loligo plei* (IAi: 21,46, **Figuras 17 e 18**). Comparando os índices

alimentar das presas do boto-cinza na chuva e na seca, fica clara a diferença do consumo destas três espécies nas duas épocas do ano (**Figura 17**).

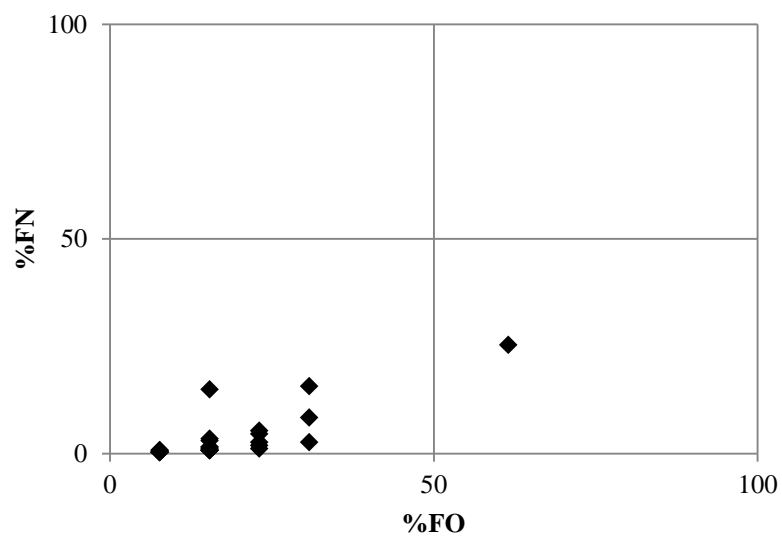


Figura 16. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal dos animais encontrados mortos na época de seca, no litoral do Ceará no período de estudo.

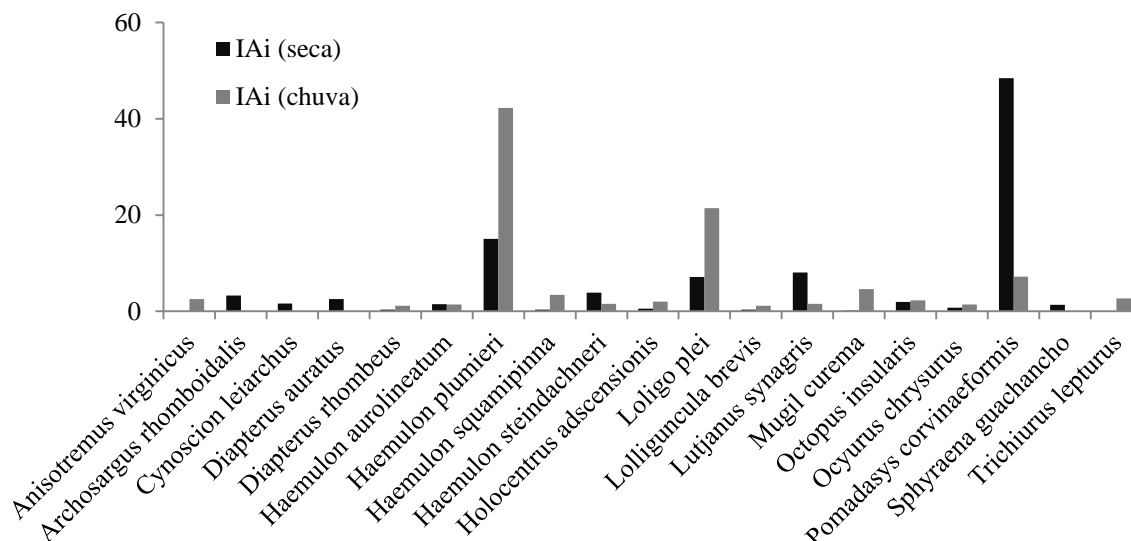


Figura 17. Comparação da contribuição das presas na composição da dieta do boto-cinza nas diferentes épocas do ano – seca e chuva (espécies de presa com IAi menor que 1% para ambas as épocas do ano não foram incluídas).

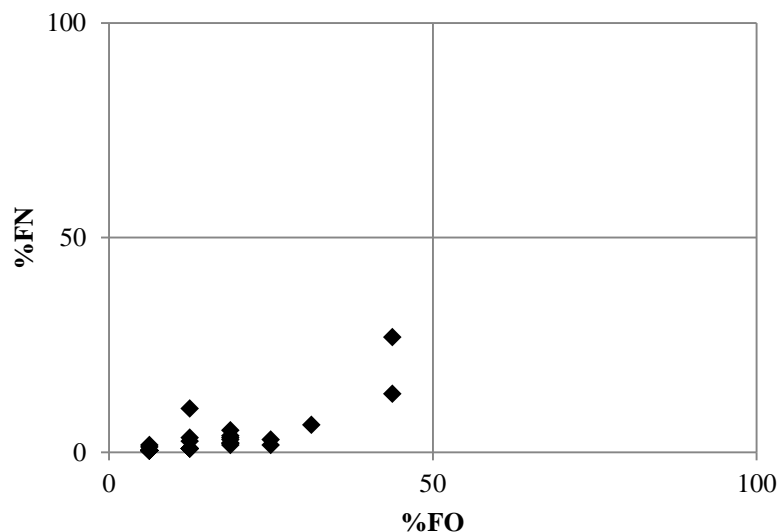


Figura 18. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal dos animais encontrados mortos na época de chuva, no litoral do Ceará no período de estudo.

A dieta dos machos de boto-cinza é composta por 32 espécies de presas, enquanto a dieta das fêmeas apenas por sete espécies, todas elas compartilhadas com machos. Este número está subestimado, devido ao baixo número amostral de indivíduos do sexo feminino deste estudo.

O diagrama de Costello dos machos revelou que existe a predominância de uma espécie de presa na dieta – *Pomadasys corvinaeformis* (IAi: 43,82, **Figura 19**).

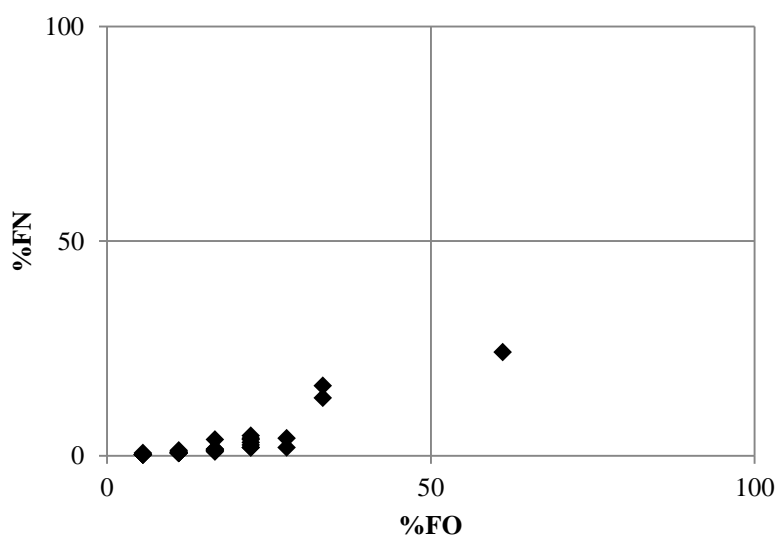


Figura 19. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal dos machos encontrados mortos no litoral do Ceará no período de estudo.

O diagrama de Costello das fêmeas mostrou que existe a predominância de uma espécie de presa - *Loligo plei*, que compõe a maior parte da dieta (IAi: 32,14, **Figura 20**).

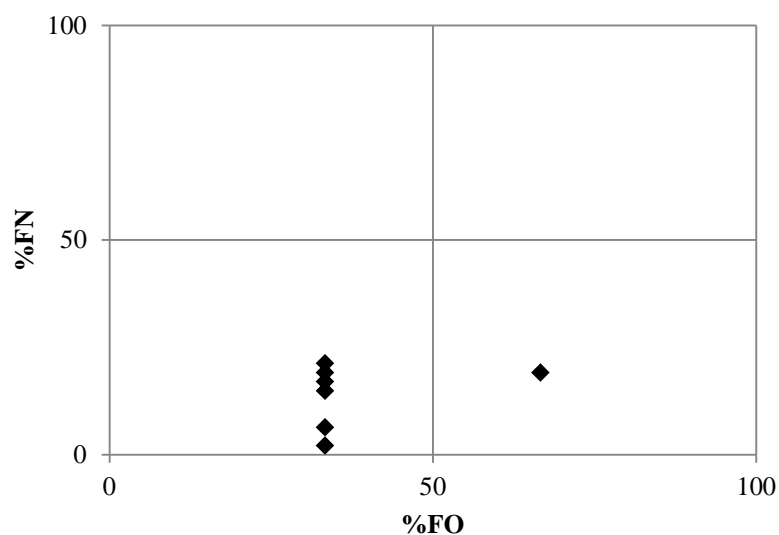


Figura 20. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal das fêmeas encontradas mortas no litoral do Ceará no período de estudo.

Comparando os valores do índice alimentar (IAi) das espécies de presas de machos e fêmeas (**Figura 21**), observa-se que existe uma grande diferença na dieta quanto à presa principal: *Pomadasys corvinaeformis* para machos, e *Loligo plei* para fêmeas.

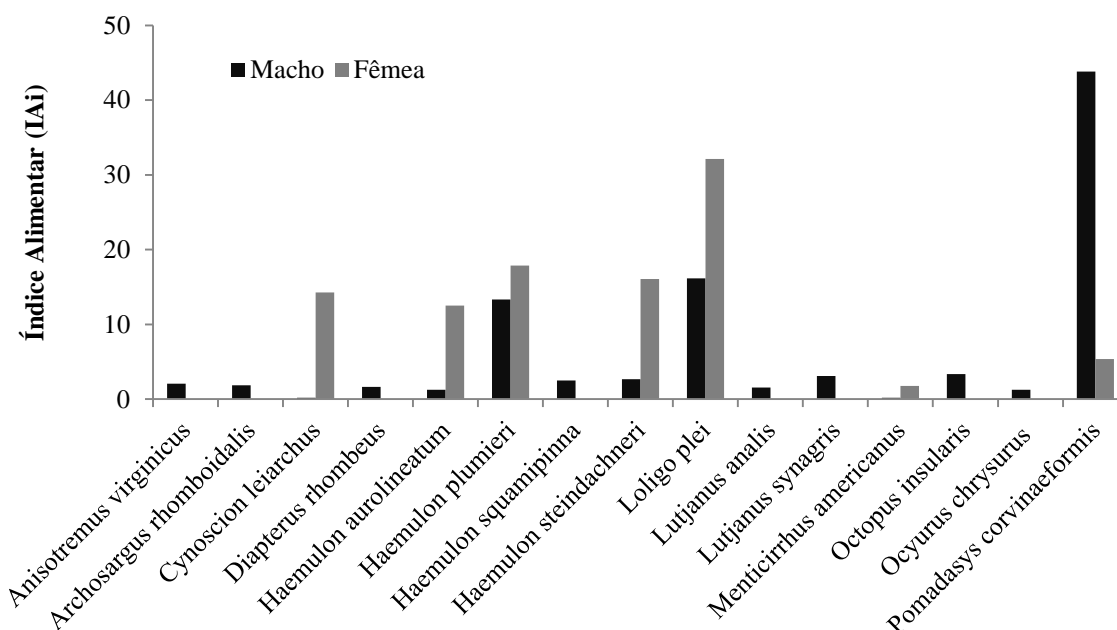


Figura 21. Contribuição das espécies de presa para a dieta de machos e fêmeas de boto-cinza no Ceará (espécies de presas cujos valores de IAi foram menores que 1% para ambos os sexos não foram incluídas).

A dieta de fêmeas e machos difere quanto ao tamanho de algumas presas, o que pôde ser observado devido às diferenças no comprimento dos otólitos e dos bicos encontrados nos estômagos. Indivíduos do sexo feminino consumiram presas maiores (*Cynoscion leiarchus*, *Haemulon aurolineatum*, *H. plumieri* e *H. steindachneri* – $t=3,23$, $t=2,48$, $t=3,0$ e $t=2,5$ respectivamente, $p<0,05$, **Figura 22**).

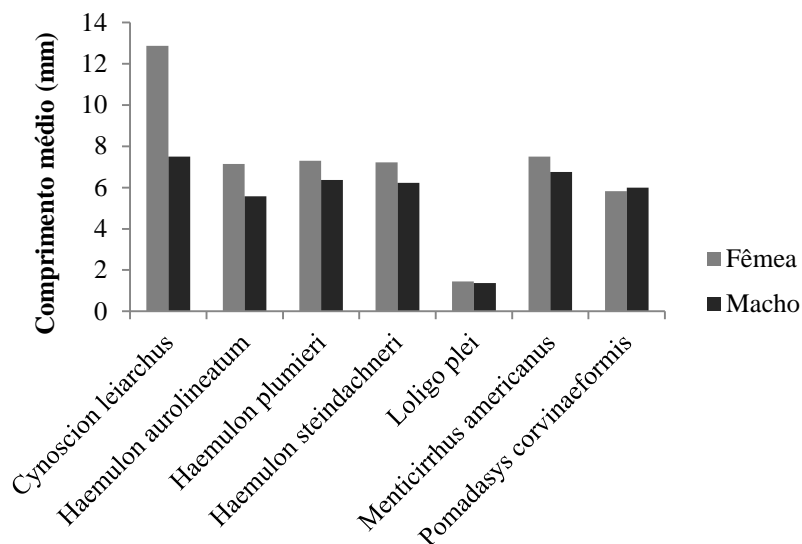


Figura 22. Comprimento médio das estruturas das presas (otólitos e bicos) encontradas em estômagos de boto-cinza do sexo masculino e feminino.

O diagrama de Costello de adultos mostrou que existe dominância de três espécies de presa na dieta desta classe etária – *Pomadasys corvinaeformis*, *Haemulon plumieri* e *Loligo plei*, enquanto na dieta de juvenis existe a predominância de apenas uma espécie – *H. plumieri* (**Figuras 23 e 24**). Os dados de contribuição de cada presa para a dieta das classes etárias confirmam este resultado (**Figura 25**).

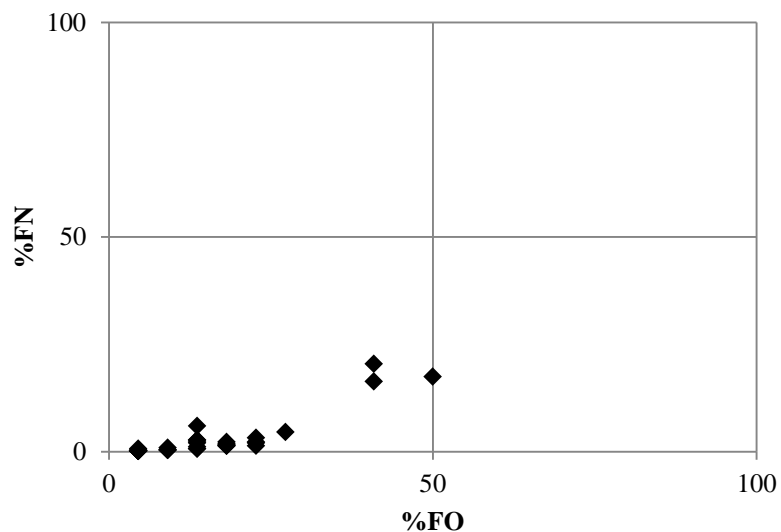


Figura 23. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal dos animais adultos encontrados mortos no litoral do Ceará no período de estudo.

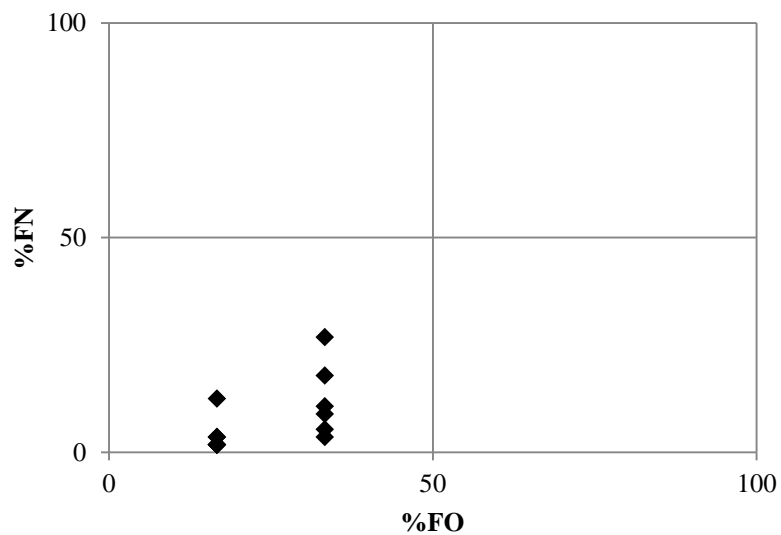


Figura 24. Diagrama de Costello com base nos itens encontrados no conteúdo estomacal dos animais jovens encontrados mortos no litoral do Ceará no período de estudo.

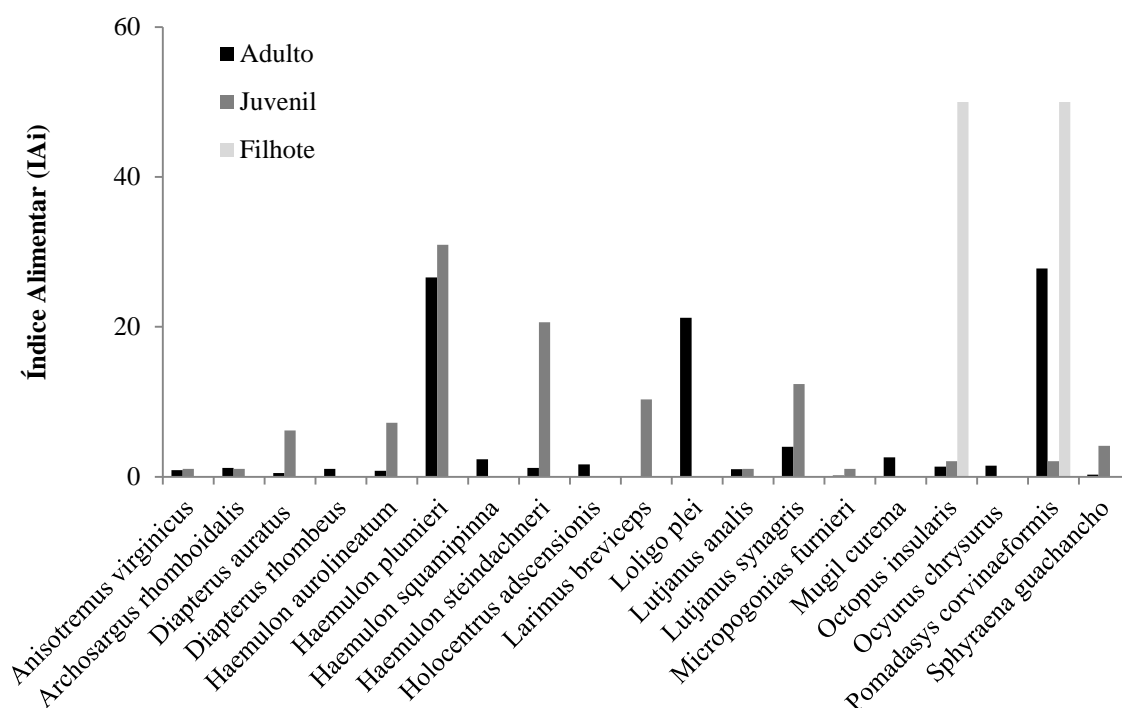


Figura 25. Contribuição das espécies de presa para a dieta de boto-cinza adulto, juvenil e filhote (presas com valores de IAI menor que 1% para as três classes etárias não foram incluídas).

A dieta de adultos e juvenis (filhotes não foram considerados, pois apenas um indivíduo pertence a esta classe etária) difere pouco quanto ao tamanho das presas, o que pôde ser observado devido às diferenças no comprimento de otólitos de apenas duas espécies encontradas nos estômagos. Indivíduos adultos consomem a presa *Lutjanus synagris* em maior tamanho ($t=2,4$, $p<0,05$) e juvenis consomem maiores presas de *Pomadasys corvinaeformis* ($t=2,6$, $p<0,05$, **Figura 26**).

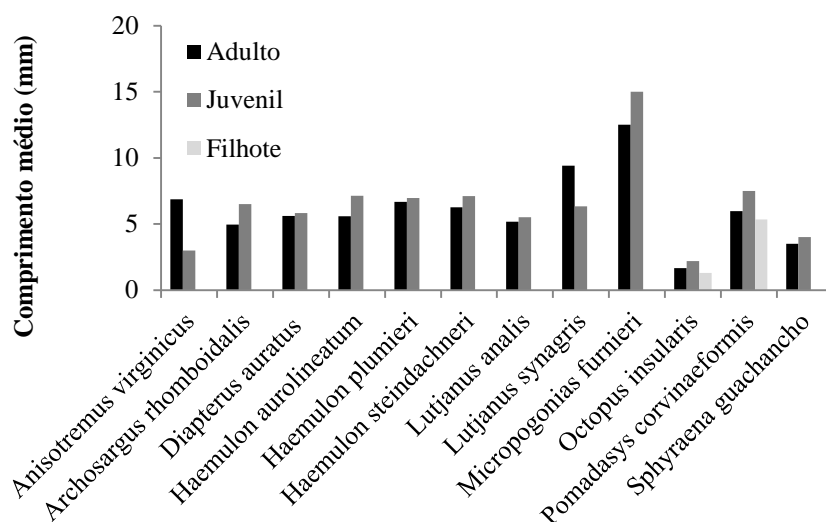


Figura 26. Comprimento médio das estruturas das presas (otólitos e bicos) encontradas em estômagos de boto-cinza adulto, juvenil e filhote.

4.4 Análise de redes - sobreposição de nicho alimentar

A análise de rede de sobreposição de nicho alimentar, utilizando os dados de proporção das espécies de presas em cada indivíduo, apresentou uma alta variação inter-individual na dieta do boto-cinza no Ceará ($E=0,86$). A mesma análise indicou ainda que os indivíduos organizam-se de forma dispersa na rede, sem a formação de subgrupos (**Figura 27**; $CwS=-0.0432$), ou seja, o grau de agrupamento da população no que se refere à sobreposição de nicho é menor do que aquele esperado aleatoriamente.

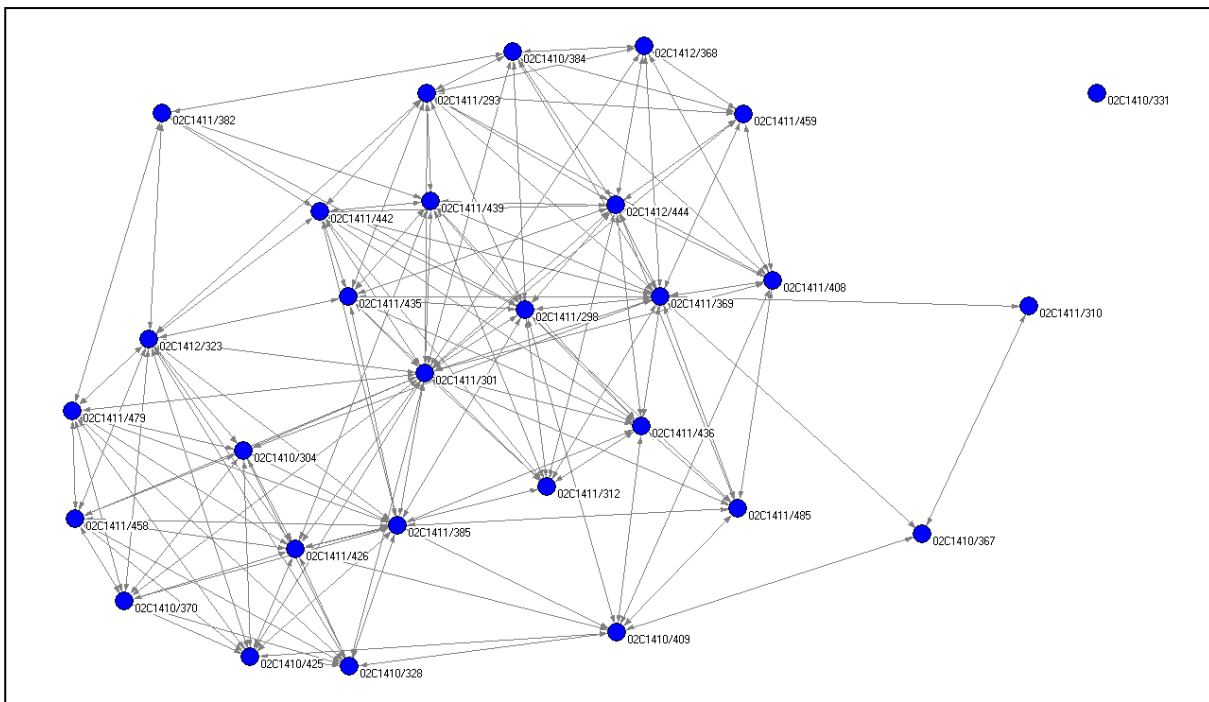


Figura 27. Estrutura da rede de sobreposição de nicho entre indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: proporção de espécies de presa por indivíduo).

Na análise de redes realizada a partir do agrupamento das espécies de presa de acordo com a Família também ocorreu uma alta variação inter-individual da dieta ($E=0.6868$), mas apresentou uma rede cuja estrutura de agrupamento aproxima-se de uma rede aleatória ($Cws=0.0188$), com uma baixa tendência de formação de subgrupos. De fato, observa-se na rede um grande grupo de 18 indivíduos que compartilha recursos similares (i.e., apresenta grande número de conexões entre cada par de indivíduos; **Figura 28**).

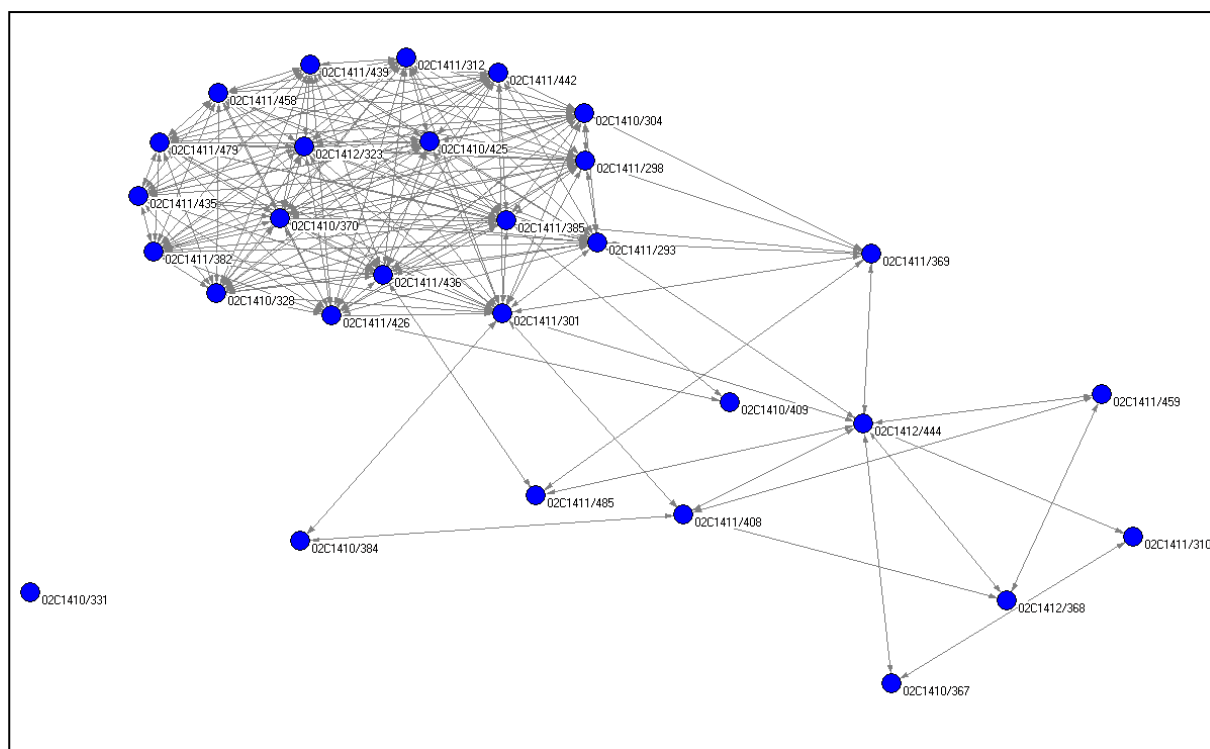


Figura 28. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: proporção de Famílias de presas em cada indivíduo).

Observando-se a rede acima (**Figura 28**), é possível identificar um grupo sutil formado por 18 indivíduos. Analisando cada um dos animais, foi possível verificar que existe o compartilhamento de presas da Família Hamulidae por todos eles, e outros dois animais próximos na rede (**Figuras 29 e 30**).

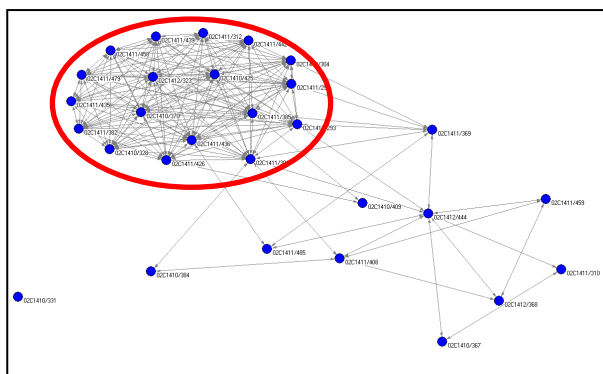


Figura 29. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: proporção de Famílias de presas em cada indivíduo). Observar a formação de grupo com grande número de conexões entre cada par de indivíduos (em vermelho).

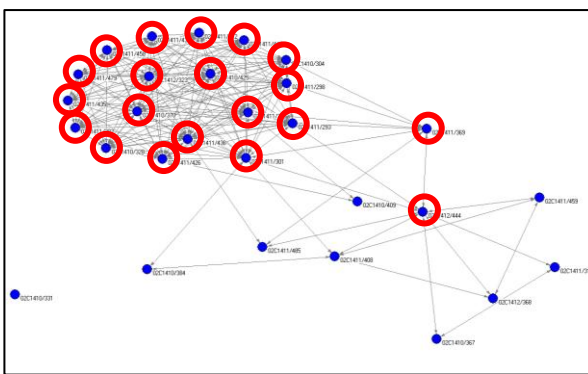


Figura 30. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: proporção de Famílias de presas em cada indivíduo). Ressalta-se a Família Haemulidae como recurso comum entre os indivíduos do grupo da **Figura 29**.

O número de presas por indivíduo resultou em uma alta variação inter-individual na dieta do boto-cinza ($E=0.8653$), com pequena tendência à formação de subgrupos ($CwS=0.0661$; **Figura 31**), maior que aquela observada na rede produzida com os dados de proporção de Famílias de presa.

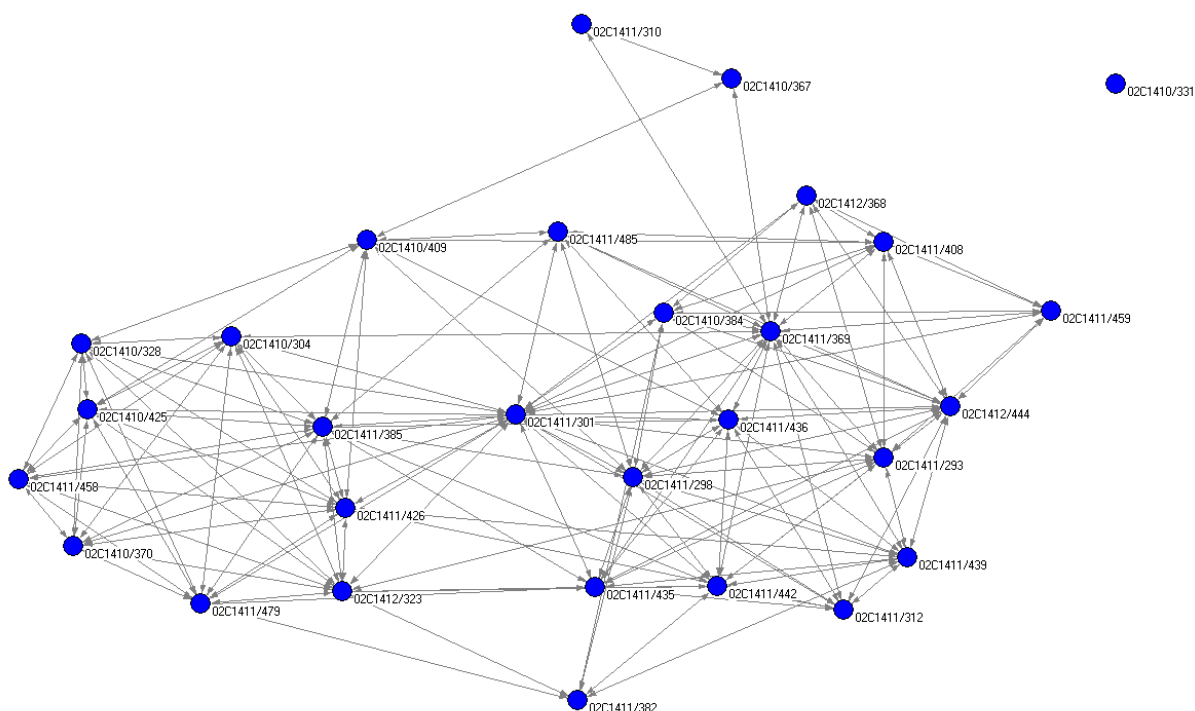


Figura 31. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: número de presas em cada indivíduo).

Foram identificados na rede acima (**Figura 31**) dois grupos sutis com maior número de conexões entre cada par de indivíduos (**Figura 32**). Analisando a presença das principais presas na dieta de cada um dos animais, foi possível verificar que o compartilhamento de *Hamulon plumieri* (**Figura 33**), *Pomadasys corvinaeformis* (**Figura 34**) e *Loligo plei* (**Figura 35**) é o principal responsável pela estrutura observada na rede.

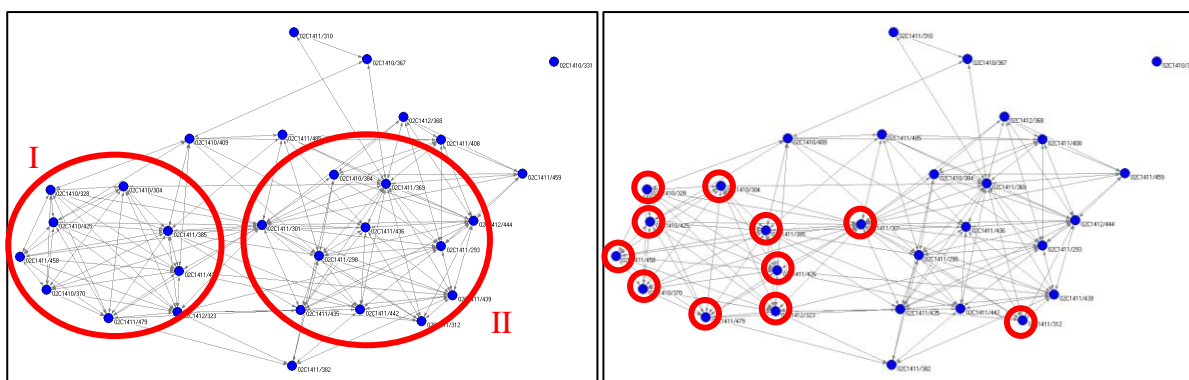


Figura 32. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: número de presas em cada indivíduo). Observar a formação de dois subgrupos sutis (I e II) que apresentam um número de conexões entre cada par de indivíduos maior do que o restante da rede (em vermelho).

Figura 33. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: número de presas em cada indivíduo). Ressalta-se em vermelho *Haemulon plumieri* como recurso comum entre os indivíduos do grupo I da **Figura 32**.

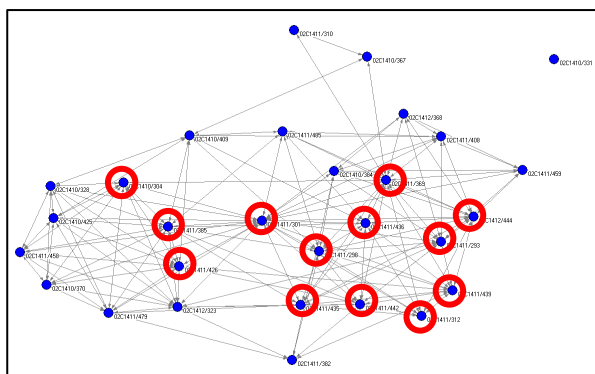


Figura 34. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: número de presas em cada indivíduo). Ressalta-se em vermelho *Pomadasys corvinaeformis* como recurso comum entre os indivíduos do grupo II da Figura 32.

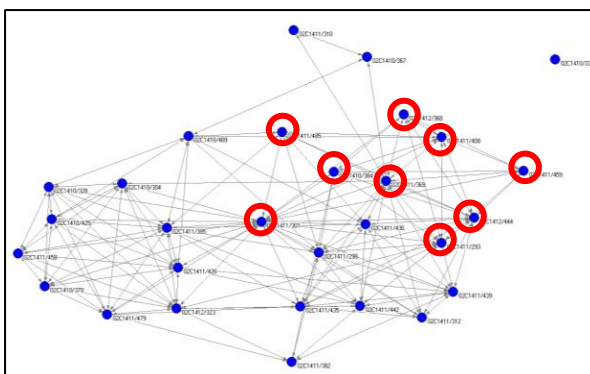


Figura 35. Rede de sobreposição de nicho de indivíduos de boto-cinza no Ceará (dados utilizados: número de presas em cada indivíduo). Ressalta-se em vermelho *Loligo plei* como recurso comum entre indivíduos da rede.

5 Discussão

O total de 1724 itens-presa encontrado (média de $59,44 \pm 47,06$) é maior do que aquele encontrado em outros estudos similares. Pansard (2009), em estudo com botos-cinza no Rio Grande do Norte, encontrou uma média de $11,22 \pm 11,08$ presas por estômago, variando entre um e 49, num total de 392 itens-presa em 35 estômagos. Daura-Jorge (2007) encontrou 448 itens-presa em 18 estômagos, com uma média de $25,05 \pm 44,8$ itens por estômago, variando entre um e 199, em Santa Catarina.

A dieta do boto-cinza no Ceará é composta predominantemente por teleósteos. Essa dominância também foi encontrada em estudos similares com a espécie no Estado (Gurjão et al., 2003) e em outras regiões do Brasil, como no Rio Grande do Norte, (Pansard, 2009), na Baía Norte em Santa Catarina (Daura-Jorge, 2007), na Baía de Paranaguá no Paraná (Zanelatto, 2001), na Baía da Babitonga em Santa Catarina (Cremer, 2007), na costa de São Paulo (Santos, 1999) e no Rio de Janeiro (Di Benedetto, 2000; Melo, 2010).

As espécies de presa mais abundantes na dieta do boto-cinza no Ceará - *Pomadasys corvinaeformis*, *Haemulon plumieri*, *Lutjanus synagris* e *Loligo plei*, que juntas compõem 77,36% da dieta, possuem hábito demersal, indicando que o boto-cinza se alimenta principalmente próximo ao fundo marinho. A dominância da Família Haemulidae na dieta

reforça essa hipótese. Todas as presas do boto-cinza identificadas por Gurjão et al. (2003) no Ceará possuem hábitos associados ao fundo. A Família Sciaenidae, encontrada como predominante na dieta do boto-cinza em muitos estudos (e.g., Zanelatto, 2001; Melo, 2010; Cremer, 2007), também é composta por espécies de hábito demersal, o que sugere que o hábito de se alimentar principalmente próximo ao fundo marinho pode ser padrão para a espécie.

Entre os cefalópodes, Loliginidae foi a família mais importante. Santos e Haimovici (2001) estudaram a presença de cefalópodes na dieta de 13 espécies de mamíferos marinhos no Brasil, e de fato esta Família é a mais representativa. Foram encontradas apenas três espécies de cefalópodes na dieta, duas delas com pouca representatividade. De fato, a diversidade de cefalópodes na dieta é menor para mamíferos marinhos costeiros (Santos & Haimovici, 2001).

Pansard (2009) realizou estudo da dieta do boto-cinza no Estado vizinho ao Ceará – Rio Grande do Norte, e encontrou resultados similares: dominância da Família Haemulidae na composição da dieta, e as espécies *Haemulon plumieri* e *Lutjanus synagris* dentre as quatro principais espécies. Melo (2010), que realizou estudo similar na Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, encontrou que as espécies de peixe *Micropogonia furnieri*, *Cynoscion jamaicensis* e *Porichthys porosissimus* compuseram 68,4% da dieta do boto-cinza. Dentre os cefalópodes, Melo op.cit. registrou somente a Família Loliginidae, com *Loligo plei* sendo a espécie mais importante. Os valores de IIR do estudo citado mostram que as principais presas são *M. furnieri* e *Loligo plei*. Cremer (2007) encontrou *Mugil curema* como o teleósteo mais importante na composição da dieta do boto-cinza, seguida por *M. furnieri* e *Diapterus rhombeus*, e registrou o consumo de apenas uma espécie de cefalópode – *Lolliguncula brevis*. Zanelatto (2001) encontrou que a espécie mais abundante na dieta foi *Pomadasys*

corvinaeformis. As duas presas do boto-cinza mais importantes encontradas por Daura-Jorge (2007) foram *Trichiurus lepturus* e *M. furnieri*.

A predominância de poucas espécies de presa em relação ao número total mostra que muitas espécies são raras na dieta do boto-cinza. Associado a este resultado, o índice de Levins revelou uma tendência especialista no hábito alimentar do boto-cinza no Ceará. Alguns estudos também sugerem tendência especialista ao hábito alimentar da espécie (Pansard, 2009; Daura-Jorge, 2007; Cremer, 2007; Oliveira, 2003). No entanto, foi encontrada uma grande diferença no consumo de presas nas diferentes épocas do ano (predominância de *Haemulon plumieri* e *Loligo plei* na época de chuva e de *Pomadasys corvinaeformis* na seca), o que pode refletir uma variação sazonal na disponibilidade das presas, e sugerir que o hábito alimentar da espécie é então oportunista. De fato, outros estudos têm considerado o boto-cinza como generalista oportunista (Borobia & Barros, 1989; Zanelatto, 2001). Melo (2010) sugere que apesar da dominância de algumas espécies na dieta, as demais presas podem funcionar como complementação alimentar não menos importante, indicando comportamento alimentar oportunista.

Outras espécies de cetáceo também apresentam grande variedade na dieta, mas dominância de poucas espécies de presas, como *Phocoena phocoena* no mar Kattegat e Skagerrak (Börjesson et al., 2003), *Tursiops truncatus* na Carolina do Norte (Gannon & Waples, 2004), e *Delphinus delphis* no Japão (Ohizumi et al., 1998). Young e Cockcroft (1994) consideraram o golfinho-comum *Delphinus delphis* como oportunista, uma vez que a dieta da espécie, apesar de ter apresentado uma presa dominante, apresentou diferenças anuais e sazonais em sua composição, refletindo mudanças na disponibilidade e abundância das espécies predadas. Mehssen et al. (2005) sugerem que *Tursiops truncatus* no Rio Grande do Sul é oportunista, alimentando-se de espécies mais abundantes.

Já MacLeod et al. (2006) estudaram 13 espécies de odontocetos, e verificaram uma tendência especialista à dieta deste grupo, em termos de tamanho da presa. Os autores encontraram que cetáceos odontocetos consomem preferencialmente presas grandes, o que contraria o esperado naturalmente para organismos generalistas – os autores discutem que animais menores são mais abundantes na teia alimentar, e que predadores generalistas, i.e., que consomem presas em função de sua disponibilidade no ambiente, deveriam consumir presas menores em maior quantidade. No entanto, os mesmos autores discutem que é possível que os cetáceos sejam generalistas que se alimentam de diferentes organismos em proporção à sua disponibilidade no ambiente, mudando de presas conforme sua abundância se modifica ao longo do tempo. Dessa forma, diferenças na dieta simplesmente podem refletir diferenças na disponibilidade e abundância de presas, e não uma seleção de presas. Determinar qual dessas duas conclusões é correta é importante para entendermos como os cetáceos, incluindo o boto-cinza, interagem no ecossistema e o seu papel como predador de topo na teia alimentar marinha.

Os dados de variação de dieta encontrados neste trabalho em relação a diferenças no tamanho das presas mostraram que indivíduos adultos consomem a presa *Lutjanus synagris* em maior tamanho e juvenis consomem maiores presas de *Pomadasys corvinaeformis*. Essas duas espécies de presa estão entre as mais predominantes na dieta, e as diferenças nos tamanhos pode indicar que existe certa partição de nicho entre adultos e juvenis, reduzindo competição intraespecífica. Já em relação ao sexo, foi encontrado que indivíduos do sexo feminino consomem presas maiores que indivíduos do sexo masculino, das espécies *Cynoscion leiarchus*, *Haemulon aurolineatum*, *H. plumieri* e *H. steindachneri*. Uma dessas presas compõe grande parte da dieta do boto-cinza, e o consumo em diferentes tamanhos pelos sexos pode ser um indicativo de partição de nicho. Em outros estudos com os botos-cinza, Pansard (2009) não encontrou diferença nos tamanhos das presas consumidas entre

machos e fêmeas, e adultos e jovens, e Daura-Jorge (2007) também não encontrou diferenças entre os sexos.

Este estudo encontrou diferença na composição da dieta de indivíduos dos diferentes sexos. Machos de boto-cinza consomem principalmente *P. corvinaeformis*, mas outras duas espécies também têm certa importância na composição da dieta – *H. plumieri* e *Loligo plei*. Entre as classes etárias, a dieta de adultos mostrou dominância de três espécies de presa – *P. corvinaeformis*, *H. plumieri* e *L. plei*, enquanto na dieta de juvenis existe a predominância de apenas uma espécie – *H. plumieri*. A maior importância de cefalópode na composição da dieta de adultos pode estar relacionada com a maior capacidade de mergulho de indivíduos mais velhos (Blanco et al., 2001).

Este estudo também revelou que o cefalópode *Loligo plei* é muito importante na dieta de fêmeas adultas de boto-cinza no Ceará. Esta possível preferência de indivíduos do sexo feminino por cefalópodes também foi encontrada para outras espécies de golfinho, como *Delphinus delphis* em Portugal (Silva, 1999) e *Tursiops truncatus* na Carolina do Norte (Gannon & Waples, 2004). Robertson e Chivers (1997) sugerem que fêmeas lactantes consumam maior quantidade de cefalópodes, pois apesar de seu baixo valor calórico, os cefalópodes apresentam alto conteúdo de água, importante na produção e manutenção da lactação.

No Rio Grande do Norte, Pansard (2009) encontrou diferença na composição da dieta do boto-cinza entre os sexos, relativa à importância das principais presas. Para os machos, são *Haemulon plumieri*, *H. steindachneri*, *Larimus breviceps* e *Octopus insularis*, e para as fêmeas, as presas com maior importância na dieta são *Trichiurus lepturus*, seguido de *Cynoscion jamaicensis*, *Larimus breviceps* e *Loligo plei*. Para adultos e jovens não houve diferença na importância das duas principais presas da dieta – *L. breviceps* e *Haemulon plumieri*. Daura-Jorge (2007) encontrou que *Micropogonias furnieri* é a presa com maior

importância na dieta de machos de boto-cinza, seguida por *T. lepturus* e *Cetengraulis edentulus*, enquanto a dieta das fêmeas é composta principalmente por *T. lepturus*, seguido por *M. furnieri*, *C. edentulus* e *Mugil curema*.

A variação no uso de recursos entre classes etárias e sexo tem sido largamente documentada na literatura. Variação de nicho relacionada à classe etária pode ser um resultado nas diferenças de tamanho e estágio de desenvolvimento (Lima & Magnusson 1998), enquanto variação do uso de recurso relacionada ao sexo pode ser devido a diferenças morfológicas (Shine et al., 2002), de comportamento ou de necessidade energética relacionada à reprodução (Robertson & Chivers, 1997).

O resultado da análise de redes mostrou que existe uma alta variação na dieta dos indivíduos amostrados, o que significa que a espécie boto-cinza é composta por indivíduos que possuem um hábito alimentar variado e consomem diferentes presas. Essa variação interindividual pode ser uma consequência de plasticidade fenotípica adaptativa no comportamento alimentar dos indivíduos de uma população com base na comunidade de presas disponível (Zerba & Collins, 1992), para minimizar a sobreposição no uso dos recursos e possivelmente a competição intraespecífica. Com base na hipótese de variação de nicho de Van Valen (1965), era esperada uma ampla largura de nicho da população total, considerando que os indivíduos utilizam diferentes recursos para minimizar a sobreposição do uso de recursos e a competição intraespecífica, e, logo, que o boto-cinza fosse considerado generalista. No entanto, o índice de Levins mostrou uma estreita largura de nicho trófico na dieta do boto-cinza no Ceará, pois foram encontradas poucas presas dominantes e muitas espécies raras. Essa dominância de presas pode indicar que o boto-cinza investe em presas que estão mais abundantes no ambiente e/ou são mais fáceis de capturar (Daura-Jorge, 2007, Oliveira, 2003). Aliado a isso, temos uma significativa variação na dominância das principais presas nas diferentes épocas do ano. Dessa forma, podemos reforçar a sugestão de que o

hábito alimentar do boto-cinza é oportunista, mas estudos sobre a disponibilidade e abundância das presas precisam ser realizados para confirmar esta proposição.

O boto-cinza é um golfinho costeiro, encontrado em estuários, baías, e algumas vezes em rios até locais com influência da maré (Bossenecker, 1978; Husson, 1978). Era de se esperar uma alta variação interindividual na dieta da espécie no Ceará, uma vez que os animais amostrados estão distribuídos ao longo de uma costa de quase 600km com grande heterogeneidade de ambientes, assim como Rodríguez et al. (2002) encontraram dietas diferentes entre indivíduos de *Pontoporia blainvilliei* que ocupam diferentes áreas (estuarina e marinha). No entanto, no Ceará o boto-cinza possui um hábito particular, ocorrendo somente nas águas rasas e costeiras do litoral, não podendo ser esta razão da grande variação na dieta dos animais.

No Estado do Ceará, o boto-cinza é o mamífero marinho com maior registro de mortalidade, principalmente decorrente de capturas acidentais em equipamentos de pesca. De fato, o emalhe incidental é uma das principais ameaças à espécie no Brasil (Flores & da Silva, 2009). Os dados de dieta obtidos neste estudo são de grande importância para ajudar a entender um pouco da interação entre os animais e as atividades de pesca. De acordo com CEPENE (2007), *Haemulon plumieri* representa 2,9% do total da produção de pescado no Estado do Ceará, e *Lutjanus synagris* 3,4%, enquanto *Pomadasys corvinaeformis* não é comercializada.

Espécies de peixe da Família Lutjanidae, conhecidas como vermelhos, são exploradas comercialmente no Nordeste do Brasil desde a década de 50, e contribuem com significativa parcela dos desembarques pesqueiros no Estado do Ceará (Resende et al., 2003). Em particular, *L. synagris* (ariacó) é considerada uma espécie de importância comercial no Estado (ZEE, 2005). Dados de desembarque no Ceará mostram que *L. synagris* está entre as principais espécies comercializadas da Família (**Figura 36**).

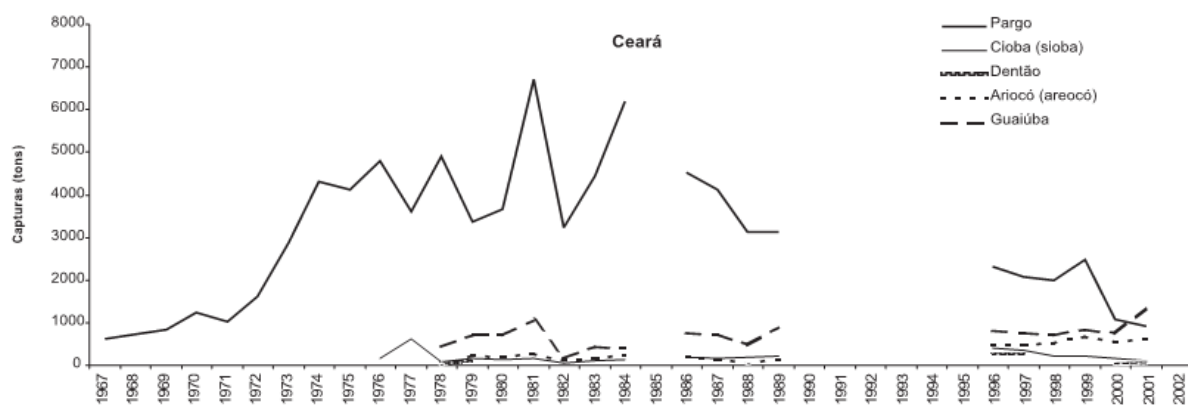


Figura 36. Produção pesqueira (t) do Ceará para as espécies da Família Lutjanidae (Fonte: Resende et al., 2003).

Nesse contexto, acreditamos que a competição por mesmos recursos não seja a principal causa das interações negativas entre os botos e a pesca. Outras causas devem estar atuando para que os animais estejam sendo capturados nas redes de pesca.

6 Conclusões

- A dieta do boto-cinza no Estado do Ceará apresenta predominância de *Haemulon plumieri* e *Loligo plei* na época de chuva e *Pomadasys corvinaeformis* na época de seca, indicando uma dieta relacionada à disponibilidade de presas no ambiente.
- Existe alguma partição de nicho trófico entre adultos e juvenis de boto-cinza no Ceará, relativa ao tamanho das presas.
- Existe uma alta variação interindividual da dieta dos botos-cinza no Ceará.
- O boto-cinza no Estado do Ceará é uma espécie com hábito alimentar oportunista.
- A principal estratégia alimentar do boto-cinza é o forrageio próximo ao fundo marinho.

Referências Bibliográficas

ABILHÔA, V. & CORRÊA, M.F.M. 1992. Catálogo de otólitos de Carangidae (Osteichthyes-Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7: 119-131.

AMUNDSEN, P. A., GABLER, H. M. & STALDVIK, F. J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48: 607-614.

ARAÚJO, M.S., GUIMARÃES JR, P.R., SVANBACK, R., PINHEIRO, A., GUIMARÃES, P., REIS, S.F. & BOLNICK, D. 2008. Network analysis reveals contrasting effects of intraspecific competition on individual vs. population diets. *Ecology*, 89(7): 1981-1993.

BALLANCE, L.T. 2002. *Cetacean Ecology*. In: PERRIN, W.F., WÜRSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). 2002. Encyclopedia of Marine Mammals. California: Academic Press. p.208-214.

BARABÁSI, A.L. 2002. *Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business, science and everyday life*. New York, NY: Plume – Penguin Group. 294 p.

BARROS, N., JEFFERSON, T.A. & PARSONS, E.C.M. 2002. Food habits of finless porpoises (*Neophocaena pocaenoides*) in Hong Kong waters. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 10: 115-123.

BARROS, N.B. & CLARKE, M.R. *Diet*. 2002. In: PERRIN, W.F., WÜRSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). 2002. Encyclopedia of Marine Mammals. California: Academic Press. p.323-327.

BASTOS, G. C. C. 1990. **Morfologia de otólitos de algumas espécies de Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Oceanográfico. 180p.

BATAGELJ, A.M. & MRVAR, A. 2011. Pajek.

BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1986. *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell, Oxford, 945p.

BENNEMANN, S.T., CAPRA, L.G., GALVES, W. & SHIBATTA, A.O. 2006. Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciforme, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (Rios Paranapanema e Tibagi). *Iheringia, Sér. Zool.*, 96(1): 115-120.

BLANCO, C., SALOMÓN, O. & RAGA, J.A. 2001. Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81: 1053-1058.

BÖRJESSON, P., BERGGREN, P. & GANNING, B. 2003. Diet of harbor porpoises in the Kattegat and Skagerrak seas: accounting for individual variation and sample size. *Marine Mammal Science*, 19(1): 38-58.

BOROBIA, M. & BARROS, N.B. 1989. Notes on the diet of marine *Sotalia fluviatilis*. *Marine Mammal Science*, 5(4): 395-399.

BOROBIA, M., SICILIANO, S., LODI, L. & HOEK, W. 1991. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 1025-1039.

BOSSENECKER, P. J. 1978. The capture and care of *Sotalia guianensis*. *Aquatic Mammals*, 6(1): 13-17.

BUCKERIDGE, M.S. 2007 Mudanças climáticas, biodiversidade e sociedade: como a teoria de redes pode ajudar a compreender o presente e planejar o futuro? **Multiciência UNICAMP** (on line), 8: 88-107.

CAMPOS, A.A., MONTEIRO-NETO, C. & POLLETE, M. (Org.). 2003. *A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada*. AQUASIS. Fortaleza: AQUASIS, 2003. 248p.

CARR, T. & BONDE, R.K. 2000. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicarágua, 800km north of its previously known range. *Marine Mammal Science*, 16(8): 447-452.

CEPENE. 2007. Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina no Nordeste do Brasil – 2005. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste – 2005, Tamandaré, PE.

CLARKE, M. R. 1986. *A handbook for the identification of cephalopod beaks*. Clarendon Press, Oxford. 273 pp.

CLARKE, M. R. 1996. Cephalopods as Prey. III. Cetaceans. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 351: 1053-1065.

- CORRÊA, M.F.M. & VIANNA, M.S. 1992. Catálogo de otólitos de Scianidae (Osteichthyes-Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7: 13-41.
- COSTELLO, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.*, 36: 261-263.
- CREMER, M.J. 2007. *Ecologia e conservação de populações simpátricas de pequenos cetáceos em ambiente estuarino no sul do Brasil*. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, 232p.
- DAURA-JORGE, F.G. 2007. *A dinâmica predador-presa e o comportamento do boto-cinza, Sotalia guianensis (CETACEA, DELPHINIDAE), na baía norte da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, 104p.
- DI BENEDITTO, A.P.M. 2000. *Ecologia alimentar de Pontoporia blainvillei e Sotalia fluviatilis (Cetacea) na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- FLORES, P.A.C. & DA SILVA, V.M.F. 2009. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*). In: PERRIN, W.F., WÜRSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). 2002. Encyclopedia of Marine Mammals. Amsterdam: Elsevier. p.1188-1192.
- FORCADA, J. 2002. *Distribution*. In: PERRIN, W.F., WÜRSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). 2002. Encyclopedia of Marine Mammals. California: Academic Press. p.327-333.
- FORD, J.K.B., ELLIS, G.M., BARRETT-LENNARD, L.G., MORTON, A.B., PLAM, R.S. & BALCOMB III, K.C. 1998. Dietary specialization in two sympatric populations of killer

whales (*Orcinus orca*) in coastal British Columbia and adjacent waters. *Canadian Journal of Zoology*, 76(8): 1456-1471.

FRIEDLAENDER, A.S., LAWSON, G.L. & HALPIN P.N. 2009. Evidence of resource partitioning between humpback and minke whales around western Antarctic Peninsula. *Marine Mammal Science*, 25(2): 402-415.

GANNON, D.P. & WAPLES, D. M. 2004. Diets of coastal bottlenose dolphins from the U.S. mid-Atlantic coast differ by habitat. *Marine Mammal Science*, 20(3): 527-545.

GERKING, S.D. *Feeding ecology of fish*. Califórnia: Academic Press, 1994.

GROSS, A., KISZKA, J., VAN CANNEYT, O., RICHARD, P. & RIDOUX, V. 2009. A preliminary study of habitat and resource partitioning among co-occurring tropical dolphins around Mayotte, south-west Indian Ocean. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 367-374.

GUIMARÃES, P.R., GUIMARÃES JR, P.R. & ARAÚJO, M.S. 2006. Dieta 1.

GURJÃO, L.M., FURTADO NETO, M.A.A., SANTOS, R.A. & CASCON, P. 2003. Feeding habits of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, at Ceará state, northeastern Brazil. *LAJAM*, 2(2): 117-122.

HEITAUS, M.R. & DILL, L.M. 2002. *Feeding strategies and tactics*. In: PERRIN, W.F., WÜRSIG, B. & THEWISSEN, J.G.M. (Ed.). 2002. *Encyclopedia of Marine Mammals*. California: Academic Press. p.412-422.

HISI, A.N.S. 2011. Dinâmica de populações em redes ecológicas: persistências, catástrofes e extinções. Tese de Doutorado em Física da Universidade Estadual de Campinas, 163p.

HUSSON, A.W. 1978. *The mammals of Surinam*. E. J. Brill, Leiden, 569p.

- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 29: 205-207.
- KENNEY, R.D., SCOTT, G.P., THOMPSON, T.J. & WINN, H.E. 1995. Estimates of prey consumption and trophic impacts of cetaceans in the USA northeast continental shelf ecosystem. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 22: 155-171.
- KREBS, C.J. 1998. *Ecological methodology*. Menlo Park: Benjamin Cummings, 620p.
- KREBS, C.J. 2009. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. San Francisco: Benjamin Cummings, 6a edição, 655p.
- LIMA, A.P. & MAGNUSSON, W.E. 1998. Partitioning seasonal time: interactions among size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. *Oecologia*, 116: 259-266.
- MACLEOD, C.D., SANTOS, M.B., LÓPEZ, A. & PIERCE, G.J. 2006. Relative prey size consumption in toothed whales: implications for prey selection and level of specialization. *Marine Ecology Progress Series*, 326: 295-307.
- MACLEOD, C.D., HAUSER, N. & PECKHAM, H. 2004. Diversity, relative density and structure of the cetacean community in summer months east of Great Abaco, Bahamas. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 84: 469-474.
- MEHSEN, M., SECCHI, E.R., FRUET, P. & DI TULLIO, J. 2005. *Diet of bottlenose dolphin, Tursiops truncatus, in southern Brazil*.
- MEIRELLES, A.C.O., RIBEIRO, A.C., SILVA, C.P.N. & SOARES-FILHO, A.A. 2010. Records of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in the State of Ceará, Northeastern Brazil. *LAJAM*, 8(1-2): 97-102.

- MELO, C.L.C. 2010. *Aspectos ecológicos da alimentação do boto-cinza, Sotalia guianensis, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro: comparações intra e interespecíficas*. Dissertação de Mestrado em Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 126p.
- OHIZUMI, H., YOSHIOKA, M., MORI, K. & MIYAZAKI, N. 1998. Stomach contents of common dolphins (*Delphinus delphis*) in the pelagic western North Pacific. *Marine Mammal Science*, 14(4): 835-844.
- OLIVEIRA, M.R. 2003. *Ecologia alimentar de Sotalia fluviatilis e Pontoporia blainvillei (Cetacea: Delphinidae e Pontoporidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.
- PANSARD, K.C.A. 2009. *Ecologia alimentar do boto-cinza, Sotalia guianensis (Van Banédén, 1864), no litoral do Rio Grande do Norte (RN)*. Tese de Doutorado em Psicobiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 196p.
- PAULY, D., TRITES, A.W., CAPULI, E. & CHRISTENSEN, V. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *Journal of Marine Science*, 55: 467-481.
- PIANKA, E. R. 1974. Niche Overlap and Diffuse Competition. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 71(5): 2141-2145.
- PRACA, E. & GANNIER, A. 2008. Ecological niches of three teuthophagous odontocetes in the northwestern Mediterranean Sea. *Ocean Science*, 4: 49-59.
- RESENDE, S.M., FERREIRA, B.P. & FREDOU, T. 2003. A pesca de Lutjanídeos no Nordeste do Brasil: histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. *Bol. Técn. Cient. CEPENE*, 11(1): 257-270.

- ROBERTSON, K.M. & CHIVERS, S.J. 1997. Prey occurrence in pantropical spotted dolphins, *Stenella attenuata*, from the eastern tropical Pacific. *Fishery Bulletin*, 95: p.334-348.
- RODRIGUÉZ, D., RIVERO, L. & BASTIDA, R. 2002. Feeding ecology of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in marine and estuarine waters of Argentina. *LAJAM*, 1(1): 77-94.
- SANTOS, X., PLEGUEZUELOS, J.M., BRITO, J.C., LLORENTE, G.A., PARELLADA, X. & FAHD, S. 2008. Prey availability drives geographic dietary differences of a Mediterranean predator, the Lataste's viper (*Vipera latastei*). *Herpetological Journal*, 18: 16-22.
- SANTOS, M.C. de O. 1999. *Novas informações sobre cetáceos no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná, com base em estudos sobre encalhes e na aplicação de técnica de foto-identificação individual de Sotalia fluviatilis (Cetacea, Delphinidae)*. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo.
- SANTOS, R.A. & HAIMOVICI, M. 2001. Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught along southeastern and Southern Brazil (21-34°S). *Fisheries Research*, 52: 99-112.
- SEKIGUCHI, K. & BEST, P.B. 1997. In vitro digestibility of some prey species of dolphins. *Fishery Bulletin*, 95: 386-393.
- SHINE, R., REED, R.R., SHETTY, S. & COGGER, H.G. 2002. Relationships between sexual dimorphism and niche partitioning within a clade of sea-snakes (Laticaudinae). *Oecologia*, 133: 45-53.
- SILVA, M.A. 1999. Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*, off the Portuguese continental coast. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 79: 531-540.

SIMILÃ, T., HOLST, J.C. & CHRISTIAN, I. 1996. Occurrence and diet of killer whales in northern Norway: seasonal patterns relative to the distribution and abundance of Norwegian spring-spawning herring. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, 53: 769-779.

SIMÕES-LOPES, P. 1988. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853 (Cetacea, Delphinidae) no limite sul da sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 1: 57-62.

SPITZ, J., ROUSSEAU, Y. & RIDOUX, V. 2006. Diet overlap between harbor porpoise and bottlenose dolphin: an argument in favour of interference competition for food? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70: 259-270.

TUSET, V.M., LOMBARTE, A. & ASSIS, C.A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, p.7-198.

VAN VALEN, L. 1965. Morphological variation and width of ecological niche. *The American Naturalist*, 99(908): 377-390.

VASKE JÚNIOR, T. 2006. *Guia de identificação de cefalópodes costeiros do Atlântico Sudoeste Equatorial através das mandíbulas (bicos)*. Editora Livro Rápido, Olinda - PE, 59 pp.

VASKE JÚNIOR, T. 2011. *Lulas e polvos da costa brasileira*. UFC/ LABOMAR / NAVE, Fortaleza, CE. 184 pp.

WOO, K.J., ELLIOTT, K.H., DAVIDSON, M., GASTON, A.J. & DAVOREN, G.K. 2008. Individual specialization in diet by a generalist marine predator reflects specialization in foraging behavior. *Journal of Animal Ecology*, 77: 1082-1091.

YOUNG, D.D. & COCKCROFT, V.G. 1994. Diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) off the south-east coast of southern Africa: opportunism or specialization? *Journal of Zoology*, 234(1): 41-53.

ZANELATTO, R.C. 2001. *Dieta do boto-cinza, Sotalia fluviatilis (Cetacea, Delphinidae), no complexo estuarino da baía de Paranaguá e sua relação com a ictiofauna estuarina*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, 84p.

ZEE, 2005. *Ictiofauna dos estuários do Estado do Ceará*. Programa Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará. p.39.

ZERBA, K.E. & COLLINS, J.P. 1992. Spatial heterogeneity and individual variation in diet of aquatic top predator. *Ecology*, 73(1): 268-279.

ANEXO I.

Ecological Archives E089-115-A1

Márcio S. Araújo, Paulo R. Guimarães, Jr., Richard Svanbäck, Aluisio Pinheiro, Paulo Guimarães, Sérgio F. dos Reis, and Daniel I. Bolnick. 2008. Network analysis reveals contrasting effects of intraspecific competition on individual vs. population diets. *Ecology* 89:1981–1993.

The individual niche overlap network

The first step in the development of C_{wz} is to define a conceptual framework linking patterns of resource use at the population level and complex network theory. We did this by defining the individual niche overlap network as follows. A network is a representation of associations among elements in a system, in which nodes represent elements, and ‘edges’ are lines that connect those nodes that are somehow associated. To describe resource use variation within a population, we can represent individuals as nodes, with each pairwise combination of individuals connected by an edge if they use any resources in common, or disconnected if they do not share resources. A given edge can be weighted to represent the degree of pairwise niche overlap w_{ij} between two individuals i and j (adapted from Schoener 1968):

$$w_{ij} = 1 - 0.5 \sum_{k=1}^K |p_{ik} - p_{jk}| \quad (\text{A.1})$$

where p_{ik} is the frequency of category k in individual i 's diet, and p_{jk} is the frequency of category k in individual j 's diet. The proportion of the k -th resource category in individual i 's diet, p_{ik} is calculated as:

$$p_{ik} = \frac{n_{ik}}{\sum_k n_{ik}} \quad (\text{A.2})$$

where n_{ik} represent the number (or mass) of diet items in individual i 's diet that fall into category k . Numbers of prey consumed may be more appropriate for behavioral ecologists studying prey capture decisions, and lends itself to Monte Carlo resampling schemes to test the null hypothesis of no niche variation. Mass may be more appropriate for studies of energy flux through a community or competition. The pairwise niche overlap ranges from 0 (no overlap) to 1 (total overlap). We therefore use w_{ij} to weight the edge connecting individuals i and j .

The average network density of connections

Having defined the niche overlap network, we needed to define a measure of the density of connections that can be incorporated into the clustering coefficient. This is because the degree of clustering of a network is directly proportional to the average network density of connections. This means that any clustering coefficient needs to be corrected for the average density of connections before it can be used to compare the degree of clustering among different networks.

First, we define O , the summation of the total pairwise overlap in the individual niche overlap network:

$$O = \sum w_{ij} \tag{A.3}$$

The average density of connections can be calculated by dividing O by $n(n-1)/2$, which corresponds to the number of edges of a completely connected network with n individuals. By doing this we are standardizing the total pairwise overlap O by the number of potential edges in the network, yielding:

$$\check{O} = \frac{O}{n(n-1)/2}, \quad (\text{A.4})$$

which is the average network density of connections.

The index of clustering C_w

We first take C_{w_i} , which is a combined measure of the number and weight of the edges around individual i and among the nodes directly connected with i defined as:

$$C_{w_i} = \frac{1}{k_i(k_i-1)} \sum_{j,h} (\hat{w}_{ij} \hat{w}_{jh} \hat{w}_{hi})^{1/3} \quad (\text{A.5})$$

where k_i is the number of edges between individual i and its neighbors; w_{nm} is the weight of the edge between individual n and m ; $\hat{w}_{nm} = w_{nm}/\max(w)$. The summation, therefore, quantifies the weights of all edges between individual i and its neighbors (a_{ij} a_{ih}) that are also neighbors to each other (a_{jh}). We then define C_w , which is the average value of the individual clustering coefficients, C_{w_i} , for all nodes in the network.

C_w is approximately equal to the average network density of connections (measured by \check{O}) of a totally random network, so that $C_w \sim \check{O}$. In our case, a totally random network consists of individuals that sample randomly from the population niche. This means that two random networks will differ in their measures of C_w simply if they differ in the average density of connections \check{O} . As a consequence, directly using C_w as a measure of the degree of clustering may be misleading, especially if one wants to compare different networks. As a way to circumvent this problem, we define $C_{w\check{O}}$, which is a correction of C_w that controls for the effect of \check{O} :

$$C_{ws} = \frac{(C_w - \check{O})}{(C_w + \check{O})} \quad (\text{A.6})$$

Now, the degree of clustering is measured relative to \check{O} , and in a totally random network $C_{ws} \sim 0$. An interesting feature of C_{ws} is that it can assume both positive and negative values. C_{ws} will be positive ($C_w > \check{O}$) if the local density of connections is higher than the overall density of connections, indicating that the population is characterized by clusters of individuals sharing common resources. In contrast, C_{ws} will be negative ($C_w < \check{O}$) when the local density of connections is lower than the overall density of connections, indicating that individuals usually use a very particular combination of resources that differs from that of other individuals (i.e. individuals' diets are overdispersed).

The index E of among-individual diet variation

The average network density of connections \check{O} (A.4) can also be interpreted as a measure of among-individual diet variation as follows. In a network composed of individuals whose diets are identical (no among-individual niche variation), all individuals are connected and $w_{ij} = 1$ for all pairs of individuals. In such a network, the summation of the total pairwise overlap O (A.3) equals $n(n-1)/2$, the number of edges of a completely connected network with n individuals. However, if there is diet variation, at least part of the w_{ij} values will be less than 1 and, as a consequence, O will be less than $n(n-1)/2$. The higher the degree of diet variation, the smaller the value of O . Therefore, the value of \check{O} , which divides O by $n(n-1)/2$, can be interpreted as a measure of the degree of among-individual diet variation. \check{O} will range from 1 when there is no diet variation, towards 0 as

variation increases. This opens the possibility of creating a new index based on complex network theory to measure the degree of diet variation. We therefore define the index:

$$E = 1 - \check{O} \quad (\text{A.7})$$

, which is positively related to niche variation and ranges from zero when all individuals have identical diets and there is no diet variation, to 1 as diet variation increases. The sampling variance of E is known (see below), allowing parametric comparisons between populations or tests of null hypotheses of no diet variation, making E preferable to previous indices of diet variation (Bolnick et al. 2002).

We found significant among-individual diet variation within all enclosures, and in the wild-caught control fish (all $E > 0.60$; all $P < 0.001$, Monte Carlo simulations). The t -tests using the calculated variances for E indicated that the observed E -values were larger than zero in all samples ($P < 0.0005$), in agreement with the non-parametric tests. Consistent with the previous analysis by Svanbäck and Bolnick (2007), our new index of diet variation indicates higher average among-individual diet variation at high (HD) than low density (LD) treatments (HD, average $E = 0.786$; LD, average $E = 0.687$; paired t -test, $t_4 = -4.171$, $P = 0.014$). Diet variation was significantly higher in the HD treatment than the in the control sample (one-sample paired t -test, $t_4 = 6.073$; $P = 0.004$), whereas there was no difference between the LD treatment and the control ($t_4 = 0.393$; $P = 0.714$).

The sampling variance of the index E

A Jackknife estimation of the variance of the average density of connections \check{O} can be derived using the formalism of U -statistics (Arversen 1969). We first note that

$$\tilde{O} = \binom{n}{2}^{-1} \sum_{1 \leq i < j \leq n} w_{ij} \quad (\text{A.8})$$

i.e. \tilde{O} is a U -statistic of degree 2 and kernel given by w_{ij} (A.1). It is asymptotically normal with mean θ and variance $4\xi_1^2$ for

$$\theta = Ew_{12} = 1 - 0.5 \sum_{k=1}^K E|p_{1k} - p_{2k}| \quad (\text{A.9})$$

$$\xi_1^2 = \text{Var}\varphi_1(\mathbf{X}_1) \quad (\text{A.10})$$

where $\mathbf{X}_1 = (p_{11}, \dots, p_{1K})'$ and $\varphi_1(\mathbf{X}_1) = E\{1 - 0.5 \sum_{k=1}^K |p_{1k} - p_{2k}| | \mathbf{X}_1\}$. As long as $\xi_1^2 > 0$, the

U -statistic is non-degenerate. In our case, given $n_{i\cdot}$ (the total number of food items of the i -th individual), and taking the distribution of the food items $\mathbf{X}_i = (x_{i1}, \dots, x_{iK})'$ to be

$M(n_{i\cdot}, \pi_1, \dots, \pi_K)$, we can then write

$$\varphi_1(\mathbf{X}_1) = 1 - 0.5 \sum_{v_2=1}^{\infty} P(n_{2\cdot} = v_2) \sum_{k=1}^K \sum_{x_{2k}=0}^{v_2} \left| p_{1k} - \frac{x_{2k}}{v_2} \right| \binom{v_2}{x_{2k}} \pi_k^{x_{2k}} (1 - \pi_k)^{v_2 - x_{2k}} \quad (\text{A.11})$$

If, and only if, there is one single food category, i.e. $\pi_1 = 1$ and $\pi_2 = \dots = \pi_K = 0$, so that

$\varphi_1(\mathbf{X}_1) = 0$ almost surely, will the U -statistic be degenerate. This will happen when, and

only when, all individuals are specialized on the same single resource. Otherwise, this U -

statistic will behave in a reasonable fashion and asymptotic normality is attained. Under

asymptotic normality, one can employ the standard deviation for building asymptotic

intervals and to perform asymptotically powerful tests. Moreover, the variance of \tilde{O} can be

obtained by Jackknifing the U -statistics by the following formula (Sen 1960, Arversen

1969):

$$Var(\check{O}) = Kn^2(n-1)\binom{n-1}{2} \sum_{c=0}^2 (cn-4)S_c \quad (\text{A.12})$$

where $S_c = \sum w_{i_1, i_2} w_{i_3, i_4}$, for any resample $\{i_1, i_2, i_3, i_4\}$ from $\{1, \dots, n\}$, $c = 0, 1, 2$ being the number of coincident indices, and the sum in S_c being taken for all such quadruples.

Note that resampling is performed among the individuals and not among food items for a single individual. This is done to preserve the underlying stochastic dependency structure within individual resource distributions and, therefore, produce a more robust estimate, without the need and the associated shortcomings of assuming some specific dependency setup. The variance of the index E in turn is given by

$$Var(E) = Var(1 - \check{O}) = (-1)^2 Var(\check{O}) = Var(\check{O}) \quad (\text{A.13})$$

so that the variance of \check{O} holds for E .

LITERATURE CITED

- Arversen, J. N. 1969. Jackknifing U -statistics. *Annals of Mathematical Statistics* **40**:2076-2100.
- Bolnick, D. I., L. H. Yang, J. A. Fordyce, J. M. Davis, and R. Svanbäck. 2002. Measuring individual-level resource specialization. *Ecology* **83**:2936-2941.
- Saramäki, J., M. Kivelä, J. P. Onnela, K. Kaski, and J. Kertész. 2007. 2002. Generalizations of the clustering coefficient to weighted complex networks. *Physical Review E* **75**: 027105.
- Schoener, T. W. 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* **49**:704-726.

- Sen, P. K. 1960. On some convergence properties of *U*-statistics. *Calcutta Statistical Association Bulletin* 10:1-18.
- Svanbäck, R., and D. I. Bolnick. 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 274:839-844.

ANEXO II.

Tabela. Quantidade de presas, por espécie, encontrada nos estômagos de boto-cinza analisados neste trabalho.

	<i>Anisotremus virginicus</i>	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	<i>Bagre marinus</i>	<i>Caranx hippos</i>	<i>Centropomus parallelus</i>	<i>Centropomus undecimalis</i>	<i>Cephalopholis fulva</i>	<i>Conodon nobilis</i>	<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>	<i>Cynoscion leiarchus</i>	<i>Diapterus auratus</i>	<i>Diapterus rhombeus</i>	<i>Elops saurus</i>	<i>Eugerres brasiliensis</i>	<i>Haemulon aurolineatum</i>	<i>Haemulon parra</i>	<i>Haemulon plumieri</i>	<i>Haemulon squamipinna</i>	<i>Haemulon steindachneri</i>	<i>Holocentrus ascensionis</i>	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	<i>Larinus breviceps</i>	<i>Loligo plei</i>	<i>Lolliguncula brevis</i>	<i>Lutjanus analis</i>	<i>Lutjanus jocu</i>	<i>Lutjanus synagris</i>	<i>Menticirrhus americanus</i>	<i>Micropogonias furnieri</i>	<i>Mugil curema</i>	<i>Octopus insularis</i>	<i>Ocyurus chrysurus</i>	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	<i>Sphyrna guachancho</i>	<i>Trichiurus lepturus</i>
02C1411/293								1				5			2			8	7			5				1						1	1		
02C1411/298								1				1												1						2	2		3		
02C1411/301				1									1				6	2	1				12		1	1	1				1		11		
02C1410/304																	17	2		4													1	3	
02C1411/310																												1	1						
02C1411/312						1					1						1	1		2					1							34	2		
02C1412/323															7		10		9																
02C1410/328																	5										1								1
02C1410/331														1																					
02C1410/367											1											4							1						
02C1412/368																							1												
02C1411/369																							1						1				1		1
02C1410/370								1									15										1								
02C1411/382	4														1															1		1			
02C1410/384							3																10							23		3			

02C1411/385	3			1		1		9		2		2		1		4		1		1
02C1411/408	6				1	3						31	1				3			
02C1410/409	1					2						1		1		5		2		1
02C1410/425								14		2						4				
02C1411/426		1				1		16								12			4	2
02C1411/435	5			3			1			4	1			1					10	
02C1411/436																	3		3	
02C1411/439								1		1					1			3		7
02C1411/442	1									1										2
02C1412/444						8						8				1				3
02C1411/458			1	1					2											
02C1411/459													2							
02C1411/479	2	1			1				2	1	9		1		1					
02C1411/485						1							1			1		3		2